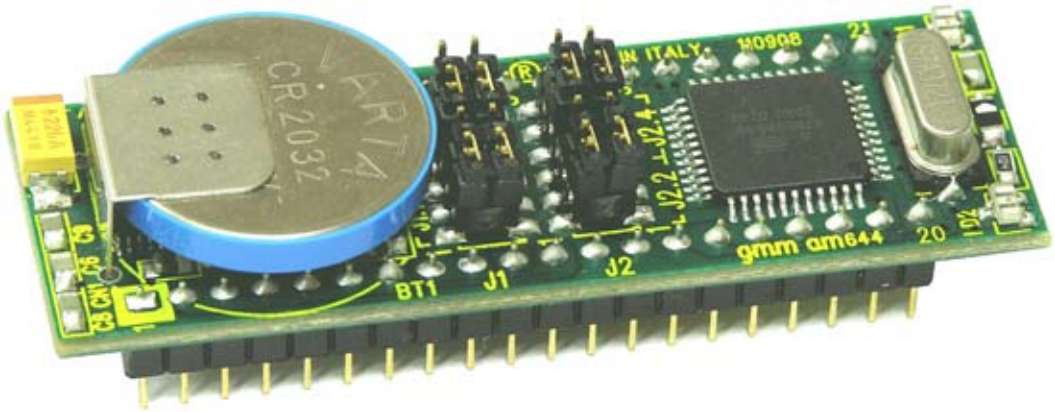
GMM AM644

grifo® Mini Modulo ATmega644P

MANUALE UTENTE

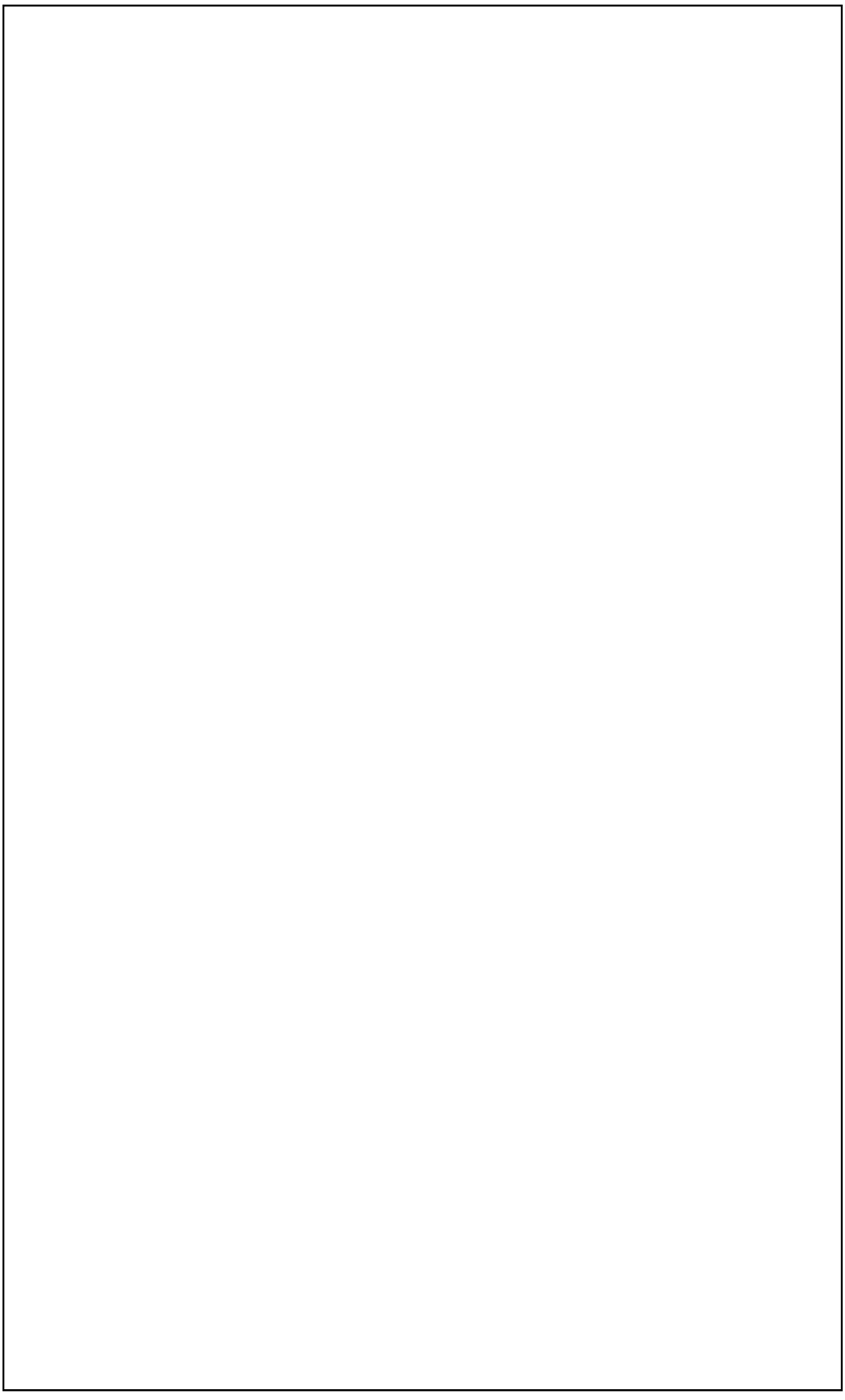


grifo®
ITALIAN TECHNOLOGY

Via dell' Artigiano, 8/6
40016 San Giorgio di Piano
(Bologna) ITALY
E-mail: grifo@grifo.it
http://www.grifo.it http://www.grifo.com
Tel. +39 051 892.052 (r.a.) FAX: +39 051 893.661

GMM AM644 Rel. 3.00 *Edizione 15 Giugno 2009*

abaco®, **GPC®**, **grifo®**, *sono marchi registrati della ditta* **grifo®**



GMM AM644

grifo® Mini Modulo ATmega644P

MANUALE UTENTE

Zoccolo maschio **40** piedini dual in line a passo **100** mils, largo **600** mils; ridottissimo ingombro: **20,8 x 61,5 x 16,3 mm**; circuito stampato a **4** strati per ottimizzare le immunita' e le caratteristiche **EMI**; unica alimentazione a **+5Vdc 17 mA** oppure da **3,0** a **5,0 Vdc** ; disponibilita' di modalità operative a **Basso Consumo**; microcontrollore **Atmel ATmega644P** (**AVR** RISC) con quarzo da **7,3728 Mhz**; **64K bytes FLASH** per codice, fino a **8K** bytes di **FLASH** riservabili per **Bootloader**, **4K** bytes di **SRAM** per dati, **2K bytes EEPROM** per dati, **8K** bytes di **FRAM (non volatile)** per dati.
8 canali di **A/D** converter con **10 bit** di risoluzione,tempo conversione programmabile fino a **20 µsec**; alcuni canali **A/D** sono differenziali con amplificatore a **Guadagno Programmabile x1, x10, x200**; comparatore analogico multifunzione. **31** sorgenti di Interrupt interne ed esterne; fino a **32** linee d'**interrupt esterne**. **3 Timer Counter** ad 8 o **16** bits con funzionalita' di comparazione, cattura, generatore frequenze, **PWM**, ecc; fino a **6** segnali **PWM** diversi. **32** linee di **I/O** digitale collegate al connettore; alcune di queste linee hanno funzionalità multiple. **Due** linee seriali asincrone indipendenti con **Baud Rate** programmabile fino a **115200** Baud, bufferate in **TTL** o **RS 232** con protezione contro scariche da **±15 KV**. Circuiteria di **Reset** e controllo alimentazione; **Watchdog** con tempo d'intervento programmabile.
Interfaccie di comunicazione sincrone **I2C BUS** ed **SPI**, riportate sul connettore; Jumpers di configurazione ad **8** vie, di cui **1** acquisibile via software; **2 LED** di segnalazione gestiti via software tramite **I/O** digitali. **Real Time Clock** in grado di gestire giorno, mese, anno, anno bisestile, giorno della settimana, ore, minuti, secondi e di generare interrupt periodici; **RTC** tamponato con batteria al **Litio** di bordo.
Bootloader preinstallato che permette di programmare **FLASH** ed **EEPROM** con un **PC**, tramite una delle linee seriali **RS 232**; tali memorie possono essere anche gestite in modalita' **In System Programming**, ovvero con modulo già montato, sfruttando le apposite interfaccie **ISP** e **JTAG**; con quest'ultima si può anche **debuggare** il codice.
Vasta disponibilità di software di sviluppo quali: assemblatori, compilatori **C** (ICC AVR, DDS Micro C), compilatori **BASIC** (BASCOM AVR), **diagramma di flusso** (FLOW CODE), ecc. Ricca serie di programmi dimostrativi ed esempi di utilizzo forniti sotto forma di sorgenti ampiamente commentati ed eseguibili, per i vari ambienti di sviluppo.

grifo®
ITALIAN TECHNOLOGY

Via dell' Artigiano, 8/6
40016 San Giorgio di Piano
(Bologna) ITALY
E-mail: grifo@grifo.it
http://www.grifo.it http://www.grifo.com
Tel. +39 051 892.052 (r.a.) FAX: +39 051 893.661

GMM AM644 Rel. 3.00 *Edizione 15 Giugno 2009*

abaco®, **GPC®**, **grifo®**, *sono marchi registrati della ditta* **grifo®**

Vincoli sulla documentazione grifo® Tutti i Diritti Riservati

Nessuna parte del presente manuale può essere riprodotta, trasmessa, trascritta, memorizzata in un archivio o tradotta in altre lingue, con qualunque forma o mezzo, sia esso elettronico, meccanico, magnetico ottico, chimico, manuale, senza il permesso scritto della grifo®.

IMPORTANTE

Tutte le informazioni contenute sul presente manuale sono state accuratamente verificate, ciononostante grifo® non si assume nessuna responsabilità per danni, diretti o indiretti, a cose e/o persone derivanti da errori, omissioni o dall'uso del presente manuale, del software o dell' hardware ad esso associato.
grifo® altresi si riserva il diritto di modificare il contenuto e la veste di questo manuale senza alcun preavviso, con l' intento di offrire un prodotto sempre migliore, senza che questo rappresenti un obbligo per grifo®.
Per le informazioni specifiche dei componenti utilizzati sui nostri prodotti, l'utente deve fare riferimento agli specifici Data Book delle case costruttrici o delle seconde sorgenti.

LEGENDA SIMBOLI

Nel presente manuale possono comparire i seguenti simboli:

Attenzione: Pericolo generico

Attenzione: Pericolo di alta tensione

Attenzione: Dispositivo sensibile alle cariche elettrostatiche

MARCHI REGISTRATI

abaco®, **GPC®**, grifo® : sono marchi registrati della grifo®.
Altre marche o nomi di prodotti sono marchi registrati dei rispettivi proprietari.

INDICE GENERALE

INTRODUZIONE 1

VERSIONE SCHEDA 3

INFORMAZIONI GENERALI 4
- CLOCK 6
- COMUNICAZIONE SERIALE 6
- LINEA SPI 6
- LINEA I2C BUS 8
- LINEE DI I/O DIGITALE TTL 8
- TIMER, COUNTER E PWM 8
- MEMORIE 9
- LINEE ANALOGICHE 9
- WATCHDOG 10
- CONFIGURAZIONE SCHEDA 10
- REAL TIME CLOCK 10
- SETTORI DI UTILIZZO 11

CARATTERISTICHE TECNICHE 12
- CARATTERISTICHE GENERALI 12
- CARATTERISTICHE FISICHE 13
- CARATTERISTICHE ELETTRICHE 13

INSTALLAZIONE 14
- SEGNALAZIONI VISIVE 14
- ALIMENTAZIONE 14
- CONNESSIONI 15
  - CN1 - CONNETTORE CON SEGNALI DEL MINI MODULO 15
- INTERFACCIAMENTO CON IL CAMPO 18
- JUMPERS 20
- SELEZIONE COMUNICAZIONE SERIALE 22
- BACK UP OROLOGIO 24
- COLLEGAMENTO I2C BUS 24
- RESET, CONTROLLO ALIMENTAZIONE, WATCHDOG 26
- INTERRUPTS 26

SCHEDE DI SUPPORTO 28
- UTILIZZO CON MODULO GMB HR168 28
- UTILIZZO CON MODULO GAB H844 30
- UTILIZZO CON SCHEDA GMM TST 3 32

COME INIZIARE 34
- A) PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTI 34
- B) PROVA PROGRAMMA DEMO SALVATO NEL MINI MODULO 35
- C) RIPROGRAMMAZIONE DELLA FLASH CON PROGRAMMA DEMO 36

D) CREAZIONE DEL CODICE ESEGUIBILE DEL PROGRAMMA DEMO 39
D3A) RICOMPILAZIONE CON BASCOM AVR 39
D3B) RICOMPILAZIONE CON ICC AVR 41
E) PREPARAZIONE DEFINITIVA DELL'APPLICAZIONE 43

AMBIENTI DI SVILUPPO 44

DESCRIZIONE SOFTWARE PERIFERICHE DI BORDO 46
INGRESSO DI CONFIGURAZIONE 46
LEDS DI SEGNALAZIONE 46
SEGNALI MULTIFUNZIONE 48
ACCESSO ALLE MEMORIE 48
RTC+FRAM 49

BIBLIOGRAFIA 50

APPENDICE A: DESCRIZIONE COMPONENTI DI BORDO A-1
ATMEGA644P A-1
FM3130 ..... A-2

APPENDICE B: SCHEMA ELETTRICO GMM TST 3 ..... B-1

APPENDICE C: CONFIG. BASE, OPZIONI, ACCESSORI C-1

APPENDICE D: PROGRAMMAZIONE ISP E JTAG D-1
AVR BOOTLOADER GRIFO(R) D-1
AVRISP MK II D-3
MP-AVR51/USB D-10
JTAGICE MK II D-14
PONYPROG D-18

APPENDICE E: INDICE ANALITICO E-1

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1: POSIZIONE DELLA VERSIONE SCHEDA 3
FIGURA 2: SCHEMA A BLOCCHI 7
FIGURA 3: VISTA COMPLESSIVA 11
FIGURA 4: TABELLA DELLE SEGNALAZIONI VISIVE 14
FIGURA 5: DISPOSIZIONE LEDS, CONNETTORI, BATTERIA 15
FIGURA 6: CN1 - ZOCCOLO CON SEGNALI DEL MINI MODULO 16
FIGURA 7: PIANTA COMPONENTI (LATO SUPERIORE) 19
FIGURA 8: PIANTA COMPONENTI (LATO INFERIORE) 19
FIGURA 9: TABELLA JUMPERS (1 DI 2) 20
FIGURA 10: TABELLA JUMPERS (2 DI 2) 21
FIGURA 11: DISPOSIZIONE E NUMERAZIONE JUMPERS 21
FIGURA 12: CONFIGURAZIONE SERIALE 0 IN RS 232 22
FIGURA 13: ESEMPIO COLLEGAMENTO SERIALE 0 IN RS 232 22
FIGURA 14: CONFIGURAZIONE SERIALE 0 IN TTL 22
FIGURA 15: ESEMPIO COLLEGAMENTO SERIALE 0 IN TTL 22
FIGURA 16: CONFIGURAZIONE SERIALE 1 IN RS 232 23
FIGURA 17: ESEMPIO COLLEGAMENTO SERIALE 1 IN RS 232 23
FIGURA 18: CONFIGURAZIONE SERIALE 1 IN TTL 23
FIGURA 19: ESEMPIO COLLEGAMENTO SERIALE 1 IN TTL 23
FIGURA 20: ESEMPIO DI COLLEGAMENTO PUNTO PUNTO IN I2C BUS 24
FIGURA 21: ESEMPIO DI COLLEGAMENTO IN RETE PER COMUNICAZIONE I2C BUS 25
FIGURA 22: VISTA DALL'ALTO 27
FIGURA 23: ACCOPPIATA GMB HR168 + GMM AM644 29
FIGURA 24: ACCOPPIATA GAB H844 + GMM AM644 31
FIGURA 25: ACCOPPIATA GMM TST + GMM AM644 33
FIGURA 26: COLLEGAMENTO RS 232 TRA SERIALE 0 GMM AM644 E PC 34
FIGURA 27: COLLEGAMENTO RS 232 TRA SERIALE 1 GMM AM644 E PC 35
FIGURA 28: FINESTRA SETTAGGIO AVR BOTTLOADER GRIFO(R) 37
FIGURA 29: FINESTRA ESITO AVR BOTTLOADER GRIFO(R) 38
FIGURA 30: CARICAMENTO SORGENTE CON BASCOM AVR 39
FIGURA 31: CONFIGURAZIONE COMPILATORE BASCOM AVR 40
FIGURA 32: COMPILAZIONE CON BASCOM AVR 40
FIGURA 33: CARICAMENTO PROGETTO CON ICC AVR 41
FIGURA 34: CONFIGURAZIONE COMPILATORE ICC AVR 42
FIGURA 35: COMPILAZIONE CON ICC AVR 42
FIGURA 36: VISTA DAL BASSO 45
FIGURA 37: ESEMPI DI CONNESSIONE 47
FIGURA C1: TABELLA CONFIGURAZIONE BASE C-1
FIGURA D1: INTEGRAZIONE AVR BOOTLOADER GRIFO(R) IN BASCOM AVR D-2
FIGURA D2: ESECUZIONE AVR BOOTLOADER GRIFO(R) A LINEA DI COMANDO D-3
FIGURA D3: COLLEGAMENTO AVRISP MK II D-3
FIGURA D4: AVRISP MK II COLLEGATO A GMM TST 3 ..... D-4
FIGURA D5: IMPOSTAZIONI AVR STUDIO PER AVRISP MK II (1 DI 4) D-5
FIGURA D6: IMPOSTAZIONI AVR STUDIO PER AVRISP MK II (2 DI 4) D-6
FIGURA D7: IMPOSTAZIONI AVR STUDIO PER AVRISP MK II (3 DI 4) D-7

FIGURA D8: IMPOSTAZIONI AVR STUDIO PER AVRISP MK II (4 DI 4) D-8
FIGURA D9: PROGRAMMAZIONE ISP CON AVRISP MK II D-9
FIGURA D10: PROGRAMMATORE MP-AVR51/USB D-10
FIGURA D11: COLLEGAMENTO MP-AVR51/USB D-11
FIGURA D12: SCELTA COMPONENTE CON PG4UW D-11
FIGURA D13: IMPOSTAZIONI FUSIBILI E PROTEZIONI CON PG4UW D-12
FIGURA D14: IMPOSTAZIONI OPZIONI OPERATIVE CON PG4UW D-13
FIGURA D15: PROGRAMMAZIONE ISP CON MP-AVR51/USB D-14
FIGURA D16: JTAGICE MK II D-14
FIGURA D17: COLLEGAMENTO JTAGICE MK II D-15
FIGURA D18: IMPOSTAZIONI AVR STUDIO PER JTAGICE MK II D-17
FIGURA D19: FINESTRA DI DEBUG CON AVR STUDIO E JTAGICE MK II D-18
FIGURA D20: LOGO PONYPROG D-18

INTRODUZIONE

L'uso di questi dispositivi è rivolto - **IN VIA ESCLUSIVA** - a personale specializzato.

Questo prodotto non è un **componente di sicurezza** così come definito dalla direttiva **98-37/CE**.

I pin della scheda non sono dotati di protezione contro le cariche elettrostatiche. Visto che esiste un collegamento diretto tra numerosi pin della scheda ed i rispettivi pin dei componenti di bordo e che quest'ultimi sono sensibili ai fenomeni ESD, il personale che maneggia la scheda è invitato a prendere tutte le precauzioni necessarie per evitare i possibili danni che potrebbero derivare dalle cariche elettorostatiche.

Scopo di questo manuale é la trasmissione delle informazioni necessarie all'uso competente e sicuro dei prodotti. Esse sono il frutto di un'elaborazione continua e sistematica di dati e prove tecniche registrate e validate dal Costruttore, in attuazione alle procedure interne di sicurezza e qualità dell'informazione.

I dati di seguito riportati sono destinati - **IN VIA ESCLUSIVA** - ad un utenza specializzata, in grado di interagire con i prodotti in condizioni di sicurezza per le persone, per la macchina e per l'ambiente, interpretando un'elementare diagnostica dei guasti e delle condizioni di funzionamento anomale e compiendo semplici operazioni di verifica funzionale, nel pieno rispetto delle norme di sicurezza e salute vigenti.

Le informazioni riguardanti installazione, montaggio, smontaggio, manutenzione, aggiustaggio, riparazione ed installazione di eventuali accessori, dispositivi ed attrezzature, sono destinate - e quindi eseguibili - sempre ed in via esclusiva da personale specializzato avvertito ed istruito, o direttamente dall'ASSISTENZA TECNICA AUTORIZZATA, nel pieno rispetto delle raccomandazioni trasmesse dal costruttore e delle norme di sicurezza e salute vigenti.

I dispositivi non possono essere utilizzati all'aperto. Si deve sempre provvedere ad inserire i moduli all'interno di un contenitore a norme di sicurezza che rispetti le vigenti normative. La protezione di questo contenitore non si deve limitare ai soli agenti atmosferici, bensì anche a quelli meccanici, elettrici, magnetici, ecc.

Per un corretto rapporto coi prodotti, é necessario garantire leggibilità e conservazione del manuale, anche per futuri riferimenti. In caso di deterioramento o più semplicemente per ragioni di approfondimento tecnico ed operativo, consultare direttamente l'Assistenza Tecnica autorizzata.

Al fine di non incontrare problemi nell'uso di tali dispositivi, é conveniente che l'utente - PRIMA DI COMINCIARE AD OPERARE - legga con attenzione tutte le informazioni contenute in questo manuale. In una seconda fase, per rintracciare più facilmente le informazioni necessarie, si può fare riferimento all'indice generale e all'indice analitico, posti rispettivamente all'inizio ed alla fine del manuale.

La **grifo®** non garantisce che questo prodotto soddisfi le richieste dell'utente, che la produzione non cessi o sia priva di errori o che tutti gli eventuali errori siano corretti. La **grifo®** non é inoltre responsabile dei problemi causati dalle modifiche dell'hardware dei calcolatori o dei sistemi operativi che si possono verificare nel tempo.

Tutti i marchi registrati che compaiono nel presente manuale sono proprietà dei relativi costruttori.

VERSIONE SCHEDA

Il presente manuale è riferito alla scheda **GMM AM644** con versione stampato **110908** e successive. La validità delle informazioni riportate è quindi subordinata al numero di versione della scheda in uso e l'utente deve quindi sempre verificarne la giusta corrispondenza. Sulla scheda il numero di versione è riportato in più punti sia a livello di serigrafia che di stampato e la seguente figura illustra la posizione più facilmente accessibile.

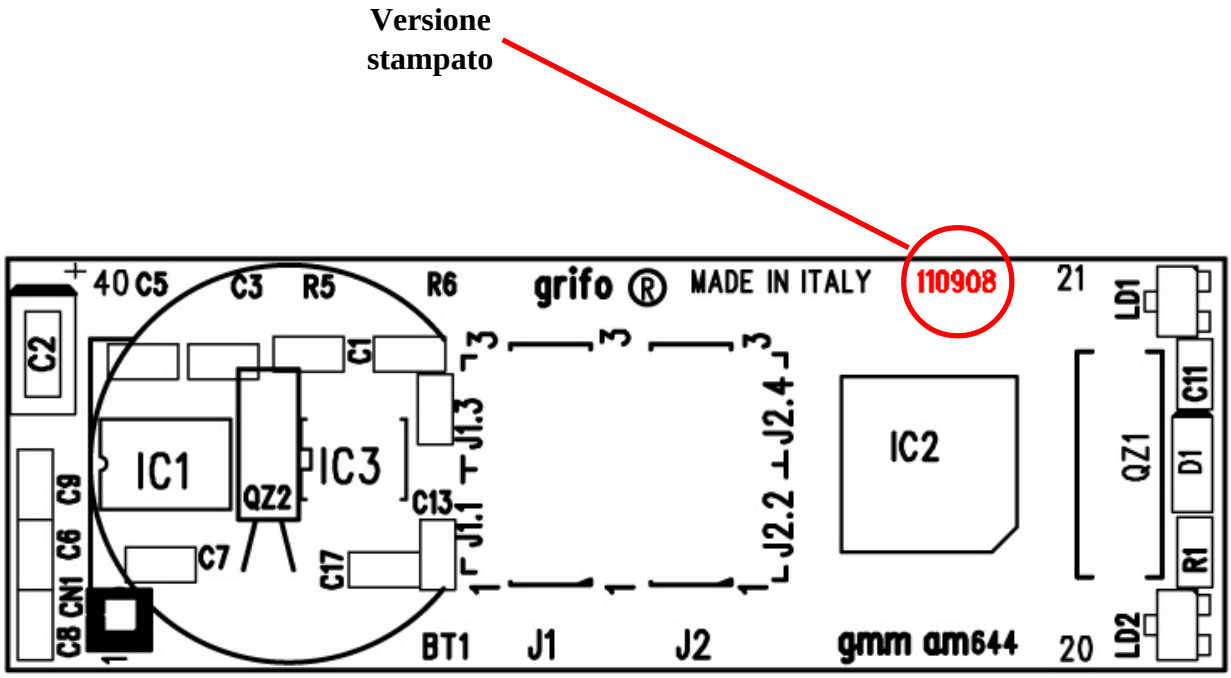


FIGURA 1: POSIZIONE DELLA VERSIONE SCHEDA

INFORMAZIONI GENERALI

Il modulo **GMM AM644** é un Mini Modulo basato sul microcontrollore **Atmel ATmega644P**, ovvero un potente e completo sistema dotato di **CPU**; memorie integrate ed una ricca serie di periferiche rivolte alle tipiche richieste dell'automazione.
Il modulo ha già montati, nella sua ridottissima area, i componenti che servono a valorizzare le principali caratteristiche del microcontrollore ed a renderne utilizzabili tutte le modalità operative; inoltre dispone di ulteriori componenti che facilitano ed ampliano i possibili campi di utilizzo.
Il **GMM AM644**.può essere usato per numerose applicazioni sia nel settore **industriale**, **domestico**,**automobilistico** e **didattico**, come illustrato nei seguenti paragrafi.
La facilità di impiego di questo Mini Modulo é determinata anche dalla ricca serie di ambienti di sviluppo software basati su linguaggi sia a basso che alto livello che consentono di poter lavorare al meglio utilizzando unicamente un normale PC. Tra questi tools si ricordano i vari compilatori **C**, **BASIC** ed anche un ambiente di programmazione grafica a diagramma di flusso. Grande attenzione e' stata riservata alla messa a punto dell'applicativo, rendendo disponibili dei prodotti che salvano direttamente il programma utente nelle memorie di bordo, con l'ausilio di un normale PC, e che consentono di provare lo stesso programma direttamente sulla scheda. Ad esempio il modulo viene fornito con un programma gratuito di **Bootloader** preinstallato, che permette di riprogrammare la FLASH e la EEPROM tramite una semplice porta seriale RS 232 di un PC.
Il **GMM AM644** é dotato di un connettore normalizzato, che le consente di essere montato immediatamente su schede di supporto come la **GMM TST 3**, la **GMB HR168**, la **GMB HR246** e la **GAB H844** oppure di essere utilizzata su una scheda dell'utente, come macro componente. In entrambi i casi si riduce drasticamente il tempo di sviluppo: l'utente può avere il suo prototipo o addirittura il prodotto finito **nel giro di una settimana**.
Le caratteristiche di massima del modulo **GMM AM644** sono:

- Zoccolo maschio **40 piedini** dual in line a passo 100 mils, largo 600 mils.
- **Ridottissimo ingombro**: 20,8 x 61,5 x 16,3 mm.
- Circuito stampato a **4 strati** per ottimizzare le immunità e le caratteristiche **EMI**.
- Unica tensione di alimentazione a **+5 Vdc**, **17 mA** oppure da 3,0 a 5,0 Vdc (l'assorbimento varia in base ai collegamenti ed allo stato del modulo).
- Disponibilità di modalità operative a basso consumo come **Idle Mode** e **Power Down Mode**.
- Microcontrollore **Atmel ATmega644P** (**AVR** RISC) con quarzo da **7,3728 Mhz**.
- **64K bytes FLASH** per codice, fino a **8K** bytes di FLASH riservabili per **Bootloader**, **4K** bytes di **SRAM** per dati, **2K bytes EEPROM** per dati, **256** bytes per **registri**.
- **8K** bytes di **FRAM (non volatile)** per dati.
- **8** canali di **A/D** converter con **10 bits** di risoluzione, tempo conversione programmabile fino a **20 μsec**.
- Alcuni ingressi A/D possono essere **differenziali** con amplificatore a **guadagno programmabile x1, x10, x200**.
- **Comparatore analogico** multifunzione, con diverse possibilità di collegamento sia degli ingressi che dell'uscita.
- **Tensione di riferimento** delle sezioni A/D e del comparatore analogico selezionabile via software.
- **31** sorgenti di **interrupts** interne ed esterne e fino a **32** linee d'interrupts **esterne**.

- **3 Timer Counter** ad 8 o 16 bits con funzionalita' di comparazione, cattura, generatore frequenze, PWM, ecc;
- Generazione di fino a **6** segnali **PWM** diversi.
- Sezione **Watchdog**, con tempo d'intervento programmabile, che conferisce al sistema controllato una **sicurezza** estrema in tutte le condizioni operative.
- **32** linee di **I/O** digitale collegate al connettore. Alcune di queste hanno funzionalità multiple.
- Circuiteria di **Reset** e controllo alimentazione.
- **Due** linee **seriali** asincrone indipendenti con **Baud Rate** programmabile fino a **115200** Baud, bufferate in **TTL** o **RS 232**.
- Driver per linee seriali RS 232 con protezione contro scariche fino a ±15 kV.
- Interfaccia **I2C BUS** hardware, riportata sul connettore.
- Interfaccia **SPI** hardware, riportata sul connettore.
- **8 jumpers** di configurazione di cui **1** acquisibile via software.
- **2 LEDs** di segnalazione gestiti via software tramite **I/O** digitali.
- **Real Time Clock** in grado di gestire giorno, mese, anno, anno bisestile, giorno della settimana, ore, minuti, secondi e di generare interrupts periodici.
- RTC tamponato con **batteria** al **Litio** di bordo.
- Interfaccia **ISP** per la programmazione diretta sul circuito finale.
- Interfaccia **JTAG** per il debug remoto sul circuito finale.
- **Bootloader** preinstallato che permette di programmare FLASH ed EEPROM con un PC, tramite una delle linee seriali RS 232.
- FLASH ed EEPROM possono essere anche gestite in modalita' **In System Programming**, ovvero con modulo già montato, sfruttando le apposite interfaccie **ISP** e **JTAG**.
- Completa possibilità di **debuggare** il codice generato con l'interfaccia **JTAG**, con tutte le funzionalità di breakpoint, esecuzioni passo passo, ispezione di variabili, esame aree di memoria, controllo e settaggio dei registri e delle periferiche, ecc.
- **Ambiente di sviluppo gratuito** per PC (**AVR Studio**), di supporto sia al debug che alla programmazione ISP.
- Vasta disponibilità di software di sviluppo che consentono di poter utilizzare il modulo tramite un semplice PC. Tra i pacchetti disponibili si possono ricordare: vari **Assemblatori**; compilatori **C** (ICC AVR, DDS Micro C); compilatori **BASIC** (BASCOM AVR); linguaggi con **diagramma di flusso** (FLOW CODE); ecc.
- Ricca serie di programmi dimostrativi ed esempi di utilizzo forniti sotto forma di sorgenti ampiamente commentati ed eseguibili, per i vari ambienti di sviluppo.

Viene di seguito riportata una descrizione dei blocchi funzionali della scheda, con indicate le operazioni effettuate da ciascuna di essi. Per una più facile individuazione di tali blocchi e per una verifica delle loro connessioni, fare riferimento alla figura 2.

CLOCK

Nel modulo **GMM AM644** vi sono due circuiterie separate ed indipendenti basate su due quarzi, che si occupano della generazione dei segnali di clock per il microcontrollore (**7,3728 MHz**) e per il RTC di bordo (**32,768 KHz**). La prima é usata direttamente o indirettamente da tutte le periferiche del modulo che richiedono temporizzazioni, ovvero le linee seriali (asincrona e sincrone), i Timer, il Watchdog, l'A/D converter, ecc.
La scelta di disporre di due circuiterie di clock distinte serve a ridurre i costi nella maggioranza delle applicazioni di medio alta velocità e di poter aumentare notevolmente le prestazioni nelle applicazioni che lo richiedono.
Dal punto di vista delle prestazioni si ricorda che **GMM AM644** ha installato un microprocessore di tipo RISC, in grado di eseguire, mediamente, circa una istruzione ogni ciclo di clock. Pertanto, tenendo contro del quarzo montato, la velocità di esecuzione può arrivare ai 7 MIPS.

COMUNICAZIONE SERIALE

Lascheda dispone sempre di due linee seriali hardware in cui il protocollo fisico (baud rate, stop bit, bit per chr, parità) è completamente settabile via software tramite la programmazione dei registri interni al microcontrollore.
Entrambe le linee seriali sono collegate al connettore CN1 a livello TTL o RS 232, grazie alla configurazione di alcuni jumpers di bordo. Quando la scheda deve essere collegata in una rete, collegata a notevole distanza, o collegata ad altri dispositivi che usano diversi protocolli elettrici, si deve interporre un apposito driver seriale esterno (RS 422, RS 485, Current Loop, ecc.). Sul connettore CN1 oltre alle linee di ricezione e trasmissione sono disponibile anche altre linee di I/O gestibili via software che possono essere usate per definire la direzione della linea in caso di RS 485, per abilitare il driver di trasmissione in caso di RS 422 oppure come handshake hardware in caso di RS 232. Ad esempio può essere utilizzato il modulo **MSI 01** che è in grado di convertire la linea seriale TTL in qualsiasi altro standard elettrico in modo comodo ed economico.
Per maggiori informazioni sulla scelta del protocollo elettrico leggere il paragrafo SELEZIONE COMUNICAZIONE SERIALE e contattare direttamente la grifo® se necessario; mentre per dettagli sulla programmazione dei registri con cui impostare il protocollo fisico e gestire la comunicazione fare riferimento alla documentazione del microcontrollore all'APPENDICE A di questo manuale ed ai numerosi esempi forniti.

LINEA SPI

Il Mini Modulo **GMM AM644** dispone di una linea seriale sincrona SPI hardware incorporata nel microcontrollore.
I segnali MISO, MOSI, SCK e /SS dell'interfaccia SPI sono disponibili sul connettore CN1 come indicato in figura 6. Grazie a questa interfaccia sincrona possono essere collegati dispositivi dotati dello stesso standard di comunicazione in modo da espandere localmente le potenzialità del modulo. Sul mercato ci sono numerosi dispositivi SPI ed i più diffusi sono gli A/D e D/A converter, display, memorie, sensori, periferiche di comunicazione (USB, ETHERNET,...), ecc.
Tutti i parametri di gestione si definiscono settando i registri interni del microcontrollore come descritto nel data sheet del componente o nell'APPENDICE A di questo manuale.

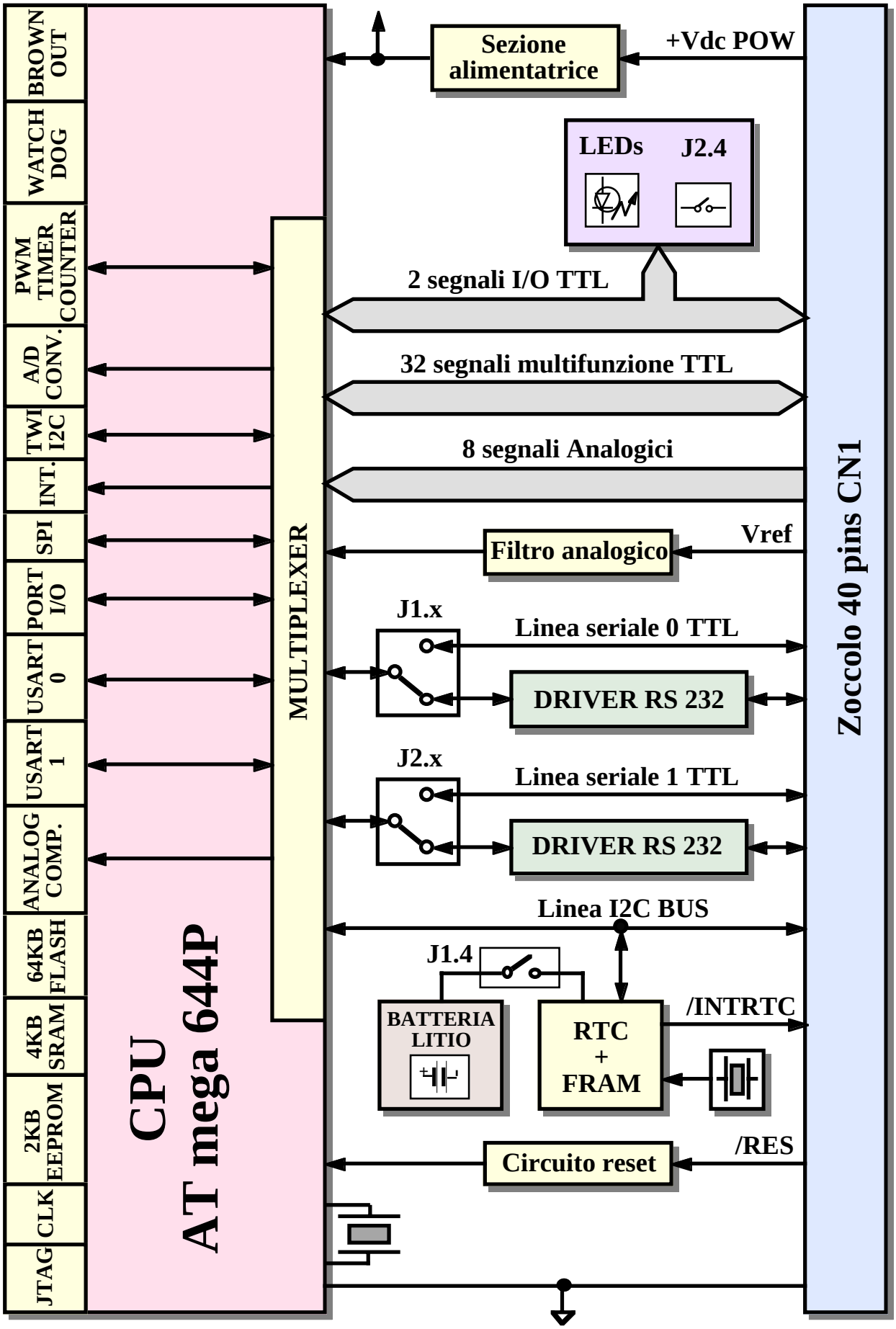


FIGURA 2: SCHEMA A BLOCCHI

LINEA I2C BUS

Sul connettore della **GMM AM644** sono disponibili i segnali di un'interfaccia I2C BUS, gestita da una periferica hardware denominata TWI (Two Wire Interface), che può funzionare sia come master che come slave, in ricezione e trasmissione. Per ulteriori informazioni su questa periferica fare riferimento ai paragrafi CONNESSIONI e DESCRIZIONE SOFTWARE PERIFERICHE DI BORDO.
Grazie a questa interfaccia sincrona possono essere collegati dispositivi dotati dello stesso standard di comunicazione in modo da espandere localmente le potenzialità del modulo.
Una ricca serie di esempi software prevede la gestione delle più comuni e diffuse interfacce I2C BUS come A/D e D/A converter, controllori di display, memorie, sensori di temperatura, ecc.
A tale proposito può essere utile esaminare la **K51-AVR** di cui è disponibile sia il manuale tecnico completo di schema elettrico, che una completa raccolta di esempi in vari linugaggi. In aggiunta si ricordano anche alcuni modelli dei pannelli operatore **QTP** (con display e tastiera in vari formati) che possono essere comandati in I2C BUS, lasciando libera l'alternativa linea di comunicazione seriale asincrona.
Inoltre le schede di supporto ai Mini Moduli prodotte dalla **grifo®** (come la serie **GMB HRxxx** e la **GAB H844**) prevedono, tra le altre cose, anche un connettore dedicato all'I2C BUS, in modo da facilitare al massimo le connessioni con il campo.

LINEE DI I/O DIGITALE TTL

Il Mini Modulo **GMM AM644** mette a disposizione le 32 linee di I/O digitale TTL del microcontrollore Atmel ATmega644P, raggruppate in quattro port da 8 bit (PA, PB, PC, PD).
Per convenzione tutti i segnali dei Port sono designati con i nomi P0.0÷7, P1.0÷7, P2.0÷7, P3.0÷7 e P4.0÷1.
Tali linee sono collegate direttamente al connettore a 40 vie con una disposizione standard comune a tutti i Mini Moduli **grifo®** ed hanno quindi la possibilità di essere direttamente collegate a numerose schede d'interfaccia.
Via software è definibile ed acquisibile la funzionalità, la direzionalità e lo stato di queste linee, con possibilità di associarle anche alle periferiche della scheda (Timer, Counter, Interrupt, A/D, PWM, linee seriali, comparatore analogico, ecc.), tramite una semplice programmazione di alcuni registri interni del microcontrollore.
Una caratteristica che contraddistingue il **GMM AM644** é la possibilità di generare interrupts con tutte le 32 linee di I/O, consentendo di realizzare applicazioni in cui numerosi eventi esterni devono essere contemporaneamente e prontamente gestiti.
Per maggiori informazioni fare riferimento ai paragrafi CONNESSIONI e DESCRIZIONE SOFTWARE PERIFERICHE DI BORDO.

TIMER, COUNTER E PWM

Il microcontrollore mette a disposizione tre Timer Counter (due ad otto bits, uno a sedici bits), in grado di risolvere i tipici problemi di conteggio impulsi e transizioni su segnali, generazione temporizzazioni e frequenze, misura di tempi, generazione interrupts, generazione segnali a modulazione d'impulso (PWM), ecc. Con quest'ultimi l'utente può anche generare fino a 6 segnali analogici, tramite semplici circuiterie d'integrazione, con cui ad esempio comandare motori, valvole proporzionali, azionamenti, attuatori, ecc.

MEMORIE

La scheda è dotata di un massimo di 78,25K di memoria variamente suddivisi in:

- **64K** Bytes di FLASH EPROM;
- **256** Bytes di registri;
- **4K** Bytes di SRAM;
- **2K** Bytes di EEPROM;
- **8K** Bytes di FRAM.

Dei 64K Bytes di FLASH può essere riservata l'ultima sezione per il codice di Bootloader, fino ad una estensione massima di 8K Bytes. La grifo® fornisce una propria versione che usa solo gli ultimi 2K Bytes, lasciandone liberi 62K.
Tutte le memorie, ad eccezione dei registri, della FLASH per Bootloader e degli ultimi 8 Bytes di EEPROM, sono a completa disposizione per il codice ed i dati del programma applicativo utente.
Grazie alla EEPROM ed alla FRAM c'è inoltre la possibilità di mantenere i dati anche in assenza di alimentazione. Questa caratteristica fornisce alla scheda la possibilità di ricordare in ogni condizione, una serie di parametri come ad esempio la configurazione, lo stato del sistema oppure dei dati raccolti dal campo.
La scelta d'uso delle memorie da utilizzare può avvenire in relazione all'applicazione da risolvere e quindi in relazione alle esigenze dell'utente. Qualora le quantità di memorie risultino insufficienti (ad esempio per sistemi di data loghin o applicazioni molto articolate) si possono sempre collegare dei dispositivi di memoria esterni nelle tecnologie SRAM, EEPROM e FLASH tramite tramite le interfaccie I2C BUS ed SPI.
Il mappaggio e la gestione delle risorse di memoria avviene direttamente a bordo del Mini Modulo come descritto nel paragrafo ACCESSO ALLE MEMORIE e nella documentazione del microcontrollore riportata in APPENDICE A di questo manuale.

LINEE ANALOGICHE

Il Mini Modulo **GMM AM644** mette a disposizione 10 linee di ingresso analogiche di cui 8 collegate alla sezione A/D converter e 2 al comparatore analogico del microcontrollore. A queste linee possono essere collegati sensori esterni per numerose grandezze fisiche come temperatura, umidità, pressione, velocità, peso, ecc. o qualsiasi sistema che fornisca un segnale in tensione compatibile.
Le caratteristiche principali della sezione **A/D** sono: risoluzione di 10 bits; range d'ingresso massimo 0÷5 V; tensione di riferimento esterna od interna selezionabile via software; alcuni ingressi possono essere differenziali, con amplificatore a guadagno programmabile x1, x10, x20; tempo di conversione programmabile fino a 20 µsec; semplicissima gestione software; generazione interrupt di fine conversione. Le conversioni A/D sono eseguite con la tecnica delle approssimazioni successive e si effettuano tramite un'opportuna programmazione di appositi registri interni. Grazie alla tensione di riferimento ed al guadagno programmabile l'utente può facilmente acquisire la maggioranza dei segnali industriali, compresi quelli a range ridotto. Al fine di semplificare la gestione del convertitore A/D, alcuni pacchetti software forniscono delle procedure di utility che gestiscono la sezione in tutte le sue parti.
Il **comparatore analogico** é a sua volta configurabile via software per quanto riguarda la connessione dei due ingressi e dell'uscita. In questo modo può essere usato per comparare diversi segnali fra di loro oppure con una tensione di riferimento; le variazioni sull'uscita di comparazione possono generare interrupt, incrementare contatori, riattivare il microcontrollore precedentemente impostato in modalità a basso consumo, ecc.
Per ulteriori informazioni si vedano i documenti nell'APPENDICE A ed il paragrafo CONNESSIONI.

WATCHDOG

Il microcontrollore ATmega644P incorpora un Watchdog hardware programmabile in grado di resettare la CPU se il programma utente non riesce a retriggerarlo entro il tempo di intervento selezionato. Lo scopo principale di questa sezione é quella di conferire al sistema controllato dal Mini Modulo una sicurezza intrinseca che ne garantisce il lavoro in qualsiasi condizione operativa e che evita pericolosi malfunzionamenti non previsti durante lo sviluppo.
Il tempo di intervento della sezione è programmabile in un range piuttosto ampio, da un minimo di circa 16 millisecondi ad 8 secondi.
Per ulteriori informazioni si veda la documentazione del microcontrollore o l'APPENDICE A di questo manuale.

CONFIGURAZIONE SCHEDA

Allo scopo di rendere configurabile la scheda ed in particolare il programma applicativo sviluppato, sono stati previsti 8 **jumpers**. L'acquisizione via software dello stato di 1 di questi jumpers, fornisce all'utente la possibilità di gestire diverse condizioni tramite un unico programma (le applicazioni caratteristiche sono: selezione della lingua di rappresentazione, definizione di parametri del programma, selezione delle modalità operative, ecc). I rimanenti 7 jumpers configurano invece il Mini Modulo dal punto di vista hardware, stabilendo il protocollo elettrico delle linee seriali asincrone ed il collegamento della batteria di back up.
In aggiunta la scheda ha due **LEDs**, gestibili via software, che possono essere usati per segnalare visivamente la configurazione attuale della scheda, come descritto negli appositi paragrafi.
Tutte le risorse di configurazione descritte sono completamente gestite via software, tramite la programmazione di appositi registri interni del microcontrollore.
Per ulteriori informazioni si vedano i paragrafi JUMPERS, SEGNALAZIONI VISIVE e LEDS DI SEGNALAZIONE.

REAL TIME CLOCK

Il **GMM AM644** dispone di un completo Real Time Clock in grado di gestire ore, minuti, secondi, giorno del mese, mese, anno, anno bisestile e giorno della settimana in modo completamente autonomo. La sezione usa componenti di qualità ed un quarzo dedicato per ottenere una frequenza di temporizzazione con il minimo errore possibile ed una batteria al Litio, per assicurare il conteggio dell'orologio, anche in assenza di alimentazione.
il RTC é in grado di generare interrupt periodici od in corrispondenza di una data ed ora preimpostati, semplificando la gestione di eventi a lunga durata..
Il componente usato come RTC é l'FM3130 della RAMTRON che inoltre include anche 64K Bits di FRAM, equivalenti agli 8K Bytes già descritti nel paragrafo MEMORIE.
La gestione dell'RTC+FRAM avviene tramite la linea I2C BUS del Mini Modulo secondo le indicazioni riportate nell'omonimo paragrafo del capitolo DESCRIZIONE SOFTWARE o nell'APPENDICE A.

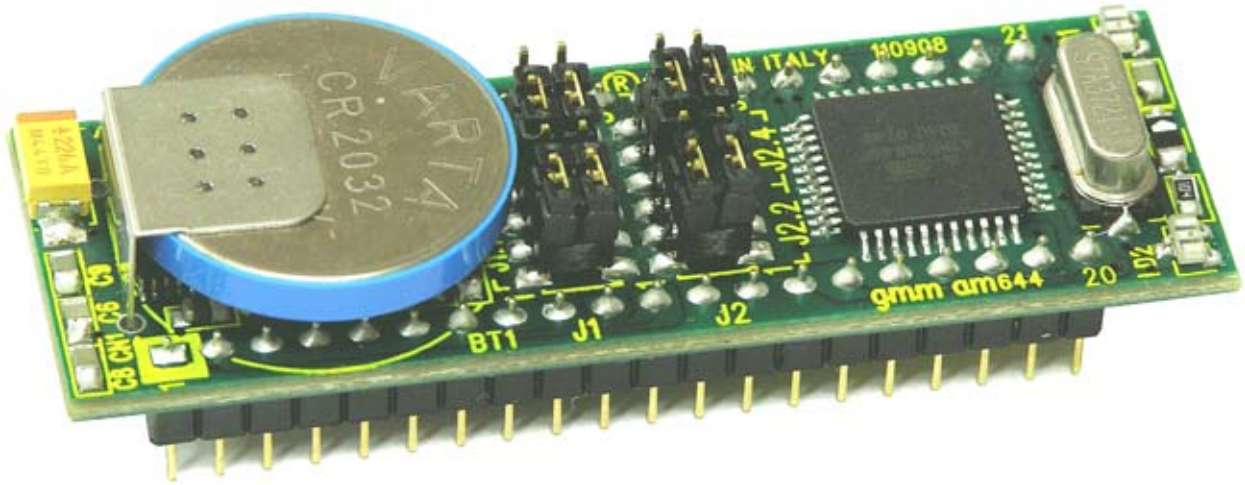


FIGURA 3: VISTA COMPLESSIVA

SETTORI DI UTILIZZO

Le possibili applicazioni dei moduli **GMM AM644** sono innumerevoli. Si può citare, ad esempio:

- Il funzionamento come piccoli **nodi intelligenti** con funzionalita' locali come il controllo con algoritmi PID di temperature, motori, valvole, ecc.
- L'uso in **sistemi a logica distribuita** tipo robot, automazioni su macchine di produzione in linea, automazioni di fabbriche di grosse dimensioni.
- La **teleacquisizione** ed il **telecontrollo** su medio brevi distanze.
- La **conversione** tra le diverse interfaccie di comunicazione seriale di cui dispone **(SPI**, **seriali asincrone UART**, **I2C BUS**) in tutte le possibili combinazioni.
- L'**automazione domestica** (accensione e spegnimento luci, controllo riscaldamento e condizionamento, supervisione elettrodomestici e servizi elettrici, sistemi di sorveglianza e controllo accesso).
- Il **settore automobilistico** (accensione e spegnimento luci, controllo temperature, supervisione servizi per conducente, sistemi antifurto, diagnostica di funzionamento).
- Da non dimenticare il settore **didattico** dove la **GMM AM644** offre la possibilita' di apprendere il funzionamento di un microcontrollore della famiglia AVR e di sviluppare le sue applicazioni canoniche ad un costo veramente basso. A questo scopo è ideale abbinarla alla scheda di supporto **GMM TST 3**, che risolve i problemi dell'alimentazione, del collegamento seriale al PC di sviluppo, del collegamento delle linee del modulo e che allo stesso tempo dispone di una tastiera a matrice ed un display LCD che consentono di studiare e provare soluzioni a basso costo per l'interfacciamento operatore.
- Tutti i casi in cui si vogliono ridurre i tempi e costi di sviluppo, infatti il modulo può essere utilizzato direttamente su una scheda di supporto dell'utente, come un **macro componente**.

CARATTERISTICHE TECNICHE

CARATTERISTICHE GENERALI

Risorse della scheda:

32 linee di I/O digitale TTL
8 ingressi analogici su A/D converter
2 ingressi analogici su comparatore analogico
1 sezione Watchdog
3 Timer Counter multifunzione per conteggi, comparazione, cattura, PWM, frequenze
31 sorgenti di interrupts
32 segnali d'interrupts esterni
1 circuiteria di reset e controllo alimentazione
2 linee seriali asincrone in RS 232 o TTL
8 jumpers di configurazione
2 LEDs di segnalazione
1 interfaccia SPI
1 interfaccia I2C BUS
1 Interfaccia ISP
1 Interfaccia JTAG
1 Real Time Clock tamponato da batteria al Litio

Memorie:

64K Bytes FLASH	programma utente
2K Bytes EEPROM	dati utente (ultimi 8 Bytes riservati)
256 Bytes di registri	gestione microcontrollore e periferiche
4K Bytes SRAM	dati utente
8K Bytes FRAM	dati utente

Microcontrollore: Atmel ATmega644P

Frequenza clock: 7,3728 MHz

Risoluzione A/D: 10 bits

Tempo conversione A/D: fino a 20 µsec (programmabile)

Guadagno sezione A/D: x1; x10. x200 (programmabile)

Tempo di accensione: 35 µsec ÷ 67 msec (programmabile)
80 msec (con **AVR Bootloader grifo(r)**)

Tempo intervento Watchdog: 6 msec ÷ 8 sec (programmabile)

CARATTERISTICHE FISICHE

Dimensioni (L x A x P):	20,8 x 61,5 x 16,3 mm
Peso:	14 g
Connettori:	CN1: zoccolo maschio da 40 piedini, passo 100 mils, largo 600 mils
Range di temperatura:	da 0 a 50 gradi Centigradi
Umidità relativa:	20% fino a 90% (senza condensa)

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Tensione di alimentazione:	+Vdc POW = +5 Vdc ± 5% oppure da 3 a 5 Vdc		
Consumo di corrente su +5Vdc:	13 mA 17 mA	* *	(normale) (massimo)
Tensione riferimento analogica:	Vref = esterna; 1,1 V; 2,56 V; 3,3 V		
Tensione riferimento esterna:	0 ÷ +Vdc POW		
Range ingressi analogici:	0 ÷ Vref		(programmabile)
Impedenza ingressi analogici:	100 MΩ		
Soglia controllore alimentazione:	1,8 ÷ 4,3 Vdc		(programmabile con isteresi)
Protezione RS 232:	±15 KV		
Resistenza pull up I2C BUS:	4,7 KΩ		
Batteria back up di bordo:	Litio 3 V; 180 mAh; modello CR 2032		
Corrente di back up:	1,0 μA		

* I dati riportati sono riferiti ad un lavoro a temperatura ambiente di 20 gradi centigradi (per ulteriori informazioni fare riferimento al paragrafo ALIMENTAZIONE).

INSTALLAZIONE

In questo capitolo saranno illustrate tutte le operazioni da effettuare per il corretto utilizzo della scheda. A questo scopo viene riportata l'ubicazione e la funzione dei connettori, dei LEDs, jumpers, ecc. presenti sulla **GMM AM644**.

SEGNALAZIONI VISIVE

Il Mini Modulo **GMM AM644** è dotato delle segnalazioni visive descritte nella seguente tabella:

LED	COLORE	SIGNIFICATO
LD1	Verde	Se acceso, indica che la linea PD6 (pin 36 del Mini Modulo) è a livello basso (zero volt).
LD2	Rosso	Se acceso, indica che la linea PD7 (pin 37 del Mini Modulo) è a livello basso (zero volt) o che J2.4 è in posizione 1-2.

FIGURA 4: TABELLA DELLE SEGNALAZIONI VISIVE

La funzione principale di questi LEDs è quella di fornire un'indicazione visiva dello stato della scheda, facilitando quindi le operazioni di debug e di verifica il funzionamento di tutto il sistema. Per una più facile individuazione di tali segnalazioni visive, si faccia riferimento alla figura 5, mentre per ulteriori informazioni sull'attivazione dei LED si faccia riferimento al paragrafo LEDS DI SEGNALAZIONE.

ALIMENTAZIONE

Il Mini Modulo nella sua configurazione base, deve essere alimentato mediante una tensione di +5 Vdc ± 5% da fornire sugli appositi piedini 20 e 34 di CN1. In alternativa la tensione di alimentazione, definita +Vdc POW, può variare nel range da 3,0 a 5,0 Vdc od assumere valori superiori, fino a +20 Vdc. Queste alimentazioni alternative non vengono descritte in questo manuale ma possono essere richieste direttamente alla grifo®.
Sulla scheda sono state adottate tutte le scelte circuitali e componentistiche che tendono a ridurre la sensibilità ai disturbi ed i consumi, compresa la possibilità di far lavorare il microcontrollore in diverse modalità a basso assorbimento che ad esempio salvaguardano la durata di batterie, nel caso di applicazioni portatili. In dettaglio si possono utilizzare le modalità operative di power down ed idle che consentono di definire la frequenza di lavoro del microcontrollore e sono selezionate programmando gli appositi registri interni. Il programma applicativo sviluppato dall'utente può quindi ridurre il consumo sull'alimentazione ed eventualmente ripristinare il funzionamento normale in corrispondenza di un evento presatbilito come ad esempio un interrupt, variazione di un ingresso digitale e/o analogico, intervallo di tempo trascorso, ecc.
Per ulteriori informazioni si faccia riferimento al paragrafo CARATTERISTICHE ELETTRICHE.

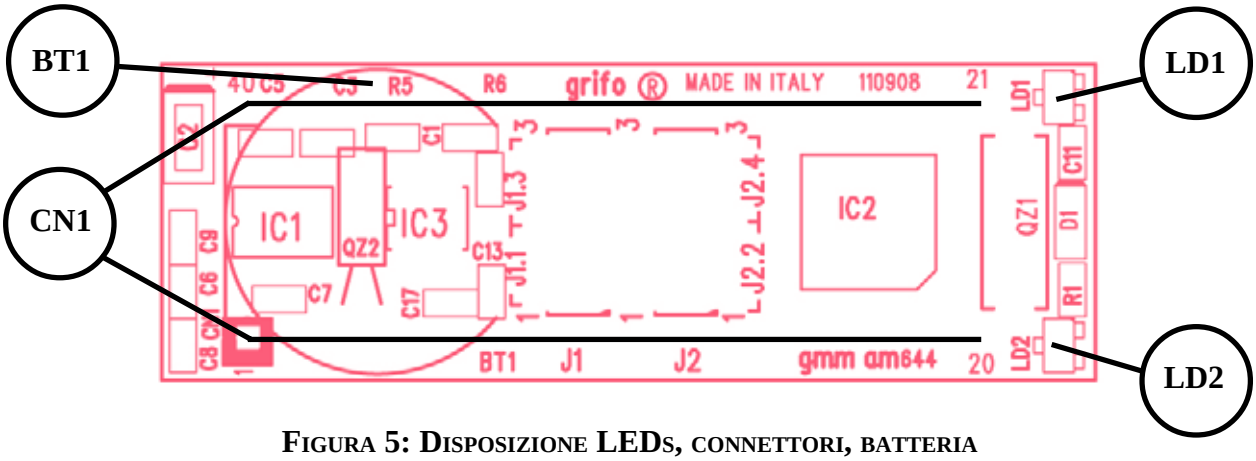


FIGURA 5: DISPOSIZIONE LEDS, CONNETTORI, BATTERIA

CONNESSIONI

Il Mini Modulo **GMM AM644** è provvisto di 1 connettore con cui vengono effettuati tutti i collegamenti con il campo e con le altre schede del sistema di controllo da realizzare.
Di seguito viene riportato la disposizione ed il significato dei segnali collegati; per una facile individuazione di tale connettore, si faccia riferimento alla figura 5, mentre per ulteriori informazioni a riguardo del tipo di connessioni, fare riferimento alle figure successive che illustrano il tipo di collegamento effettuato a bordo scheda e presentano alcuni dei collegamenti più frequentemente richiesti.
Tutti i connettori delle schede **grifo®** rispettano una disposizione segnali standard in modo da poter facilmente sostituire una scheda anche con un modello diverso, senza tempi e costi aggiuntivi.

CN1 - CONNETTORE CON SEGNALI DEL MINI MODULO

Il connettore CN1 è uno zoccolo maschio da 40 piedini con passo 100 mils e larghezza 600 mils.
Su questo connettore sono presenti tutti i segnali d'interfacciamento del mini modulo come l'alimentazione, le linee di I/O, le linee di comunicazione seriale sincrone ed asincrone, i segnali delle periferiche hardware di bordo, i segnali analogici, ecc.
Numerosi piedini di questo connettore hanno una duplice o triplice funzione infatti, via software, alcune sezioni interne del microcontrollore possono essere multiplexate con i segnali di I/O e per completezza la seguente figura li riporta tutti. I segnali presenti su CN1 sono quindi di diversa natura, come descritto nel sucessivo paragrafo INTERFACCIAMENTO CON IL CAMPO e seguono il pin out standardizzato dei Mini Moduli **grifo®**.
Al fine di evitare problemi di conteggio e numerazione la figura 6 descrive i segnali direttamente sulla vista dall'alto della **GMM AM644**, inoltre la serigrafia riporta la numerazione sui 4 angoli della scheda sia sul lato superiore che inferiore.

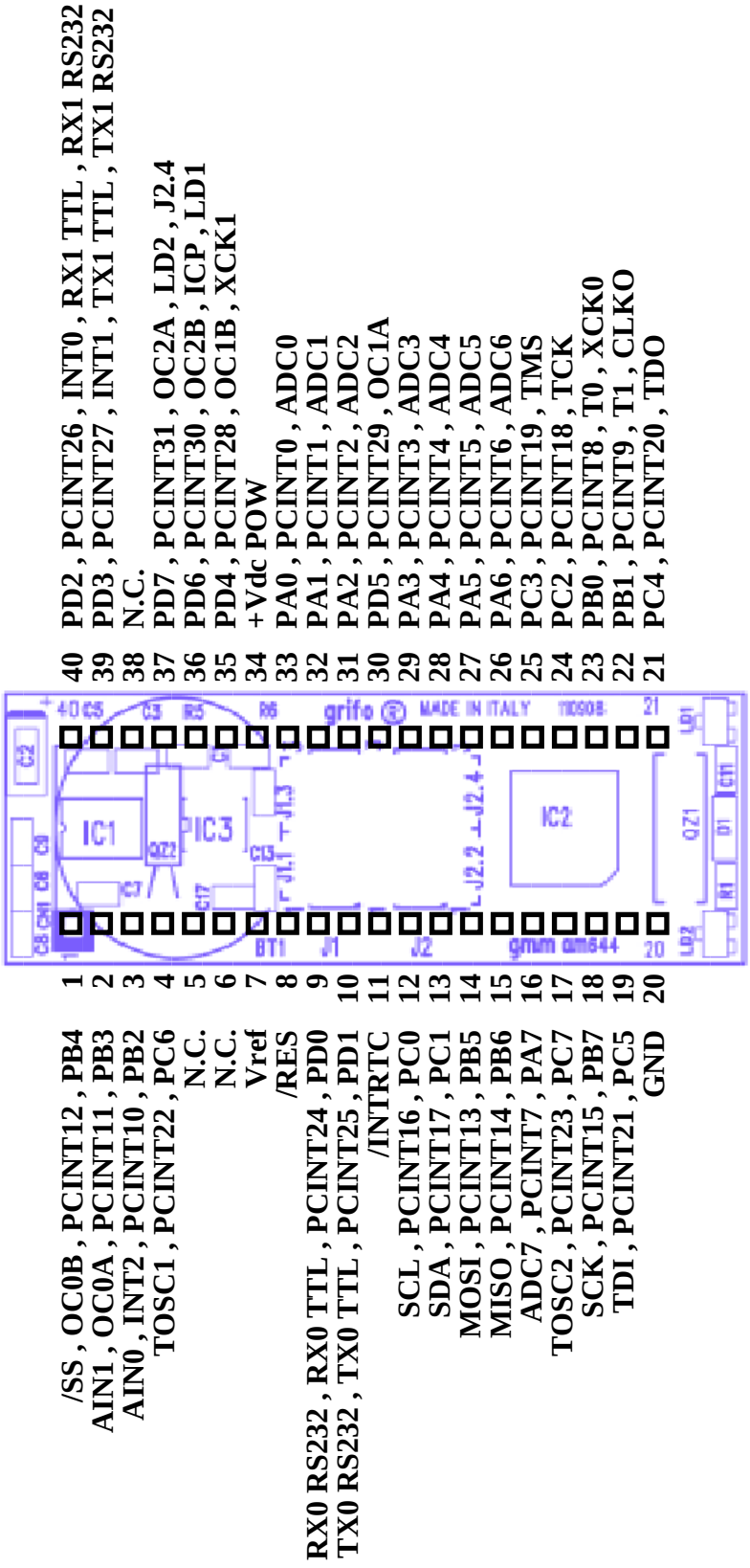


FIGURA 6: CN1 - ZOCCOLO CON SEGNALI DEL MINI MODULO

Legenda:

RX0 RS232	= I	- Linea di ricezione seriale 0 (USART0) in RS 232
TX0 RS232	= O	- Linea di trasmissione seriale 0 (USART0) in RS 232
RX0 TTL	= I	- Linea di ricezione seriale 0 (USART0) in TTL
TX0 TTL	= O	- Linea di trasmissione seriale 0 (USART0) in TTL
RX1 RS232	= I	- Linea di ricezione seriale 1 (USART1) in RS 232
TX1 RS232	= O	- Linea di trasmissione seriale 1 (USART1) in RS 232
RX1 TTL	= I	- Linea di ricezione seriale 1 (USART1) in TTL
TX1 TTL	= O	- Linea di trasmissione seriale 1 (USART1) in TTL
XCKn	= I/O	- Segnale di clock della seriale n (USARTn)
PAn	= I/O	- Segnale n del Port A di I/O digitale del microcontrollore
PBn	= I/O	- Segnale n del Port B di I/O digitale del microcontrollore
PCn	= I/O	- Segnale n del Port C di I/O digitale del microcontrollore
PDn	= I/O	- Segnale n del Port D di I/O digitale del microcontrollore
/RES	= I	- Segnale di reset
PCINTn	= I	- Segnale di interrupt esterno n del microcontrollore
INTn	= I	- Linea d'interrupt n del microcontrollore
/INTRTC	= O	- Linea di interrupt generata dal RTC
TOSC1	= I	- Segnale d'ingresso per oscillatore esterno collegato al Timer 2
TOSC2	= O	- Segnale d'uscita per oscillatore esterno collegato al Timer 2
OCnA	= O	- Segnale collegato a sezione A di comparazione e cattura del Timer n
OCnB	= O	- Segnale collegato a sezione B di comparazione e cattura del Timer n
Tn	= I	- Segnale collegato alla sezione Timer n del microcontrollore
SCL	= I/O	- Linea clock dell'interfaccia I2C BUS
SDA	= I/O	- Linea dati dell'interfaccia I2C BUS
/SS	= I/O	- Segnale di selezione unità slave dell'interfaccia SPI
MOSI	= I/O	- Segnale di comunicazione dati delle interfaccie SPI ed ISP
MISO	= I/O	- Segnale di comunicazione dati delle interfaccie SPI ed ISP
SCK	= I/O	- Segnale di clock e sincronismo delle interfaccie SPI ed ISP
Vref	= I	- Tensione di riferimento delle sezioni analogiche
ADCn	= I	- Ingressi analogici collegati a sezione A/D converter
AINn	= I	- Ingressi analogici collegati al comparatore analogico
TDI	= I	- Segnale di ricezione dati dell'interfaccia JTAG
TDO	= O	- Segnale di trasmissione dati dell'interfaccia JTAG
TCK	= I	- Segnale di clock e sincronismo dell'interfaccia JTAG
TMS	= I	- Segnale di controllo dell'interfaccia JTAG
CLKO	= O	- Clock del microcontrollore
ICP	= I	- Ingresso per cattura evento del Timer 1
LDn	= O	- Segnale collegato al LED di segnalazione LDn
J2.4	= I	- Segnale collegato al jumper di configurazione J2.4
+Vdc POW	= I	- Linea di alimentazione
GND	=	- Linea di massa
N.C.	=	- Non connesso

INTERFACCIAMENTO CON IL CAMPO

Al fine di evitare eventuali problemi di collegamento della scheda con tutta l'elettronica del campo a cui la **GMM AM644** si deve interfacciare, si devono seguire le informazioni riportate in tutto il manuale e le relative figure che illustrano le modalità interne di connessione.

- Per i segnali che riguardano la comunicazione seriale con il protocollo RS 232 fare riferimento alle specifiche standard di questo protocollo.

- Tutti i segnali a livello TTL possono essere collegati a linee dello stesso tipo riferite alla massa digitale della scheda. Il livello 0V corrisponde allo stato logico 0, mentre il livello 3,3V o 5V corrisponde allo stato logico 1. La connessione di tali linee ai dispositivi del campo (fine corsa, encoders, elettrovalvole, relé di potenza, ecc.) deve avvenire tramite apposite interfacce che preferibilmente devono essere optoisolate in modo da mantenere la logica del Mini Modulo separata dagli eventuali disturbi dell'elettronica di potenza.

- La tensione di riferimento Vref deve essere collegata ad un segnale bassa impedenza nel range 1,0÷3,3 V, perfettamente filtrato e stabilizzato.

- I segnali d'ingresso alla sezione A/D devono essere collegati a segnali analogici a bassa impedenza che rispettino il range di variazione ammesso, ovvero da 0 V alla tensione di riferimento selezionata.

- I segnali d'ingresso al comparatore analogico devono essere collegati a segnali analogici a bassa impedenza che rispettino il range di variazione ammesso, ovvero da 0 V alla tensione di riferimento selezionata.

- I segnali PWM generati dalle sezioni Timer, Counter sono a livello TTL e devono essere quindi opportunamente bufferati per essere interfacciati all'azionamento di potenza. Le classiche circuiterie da interporre possono essere dei semplici driver di corrente se é ancora necessario un segnale PWM, oppure un integratore qualora sia necessario un segnale analogico.

- I segnali I2C BUS sono di tipo open drain, come definito dallo stesso standard; per completezza si ricorda solo che, dovendo realizzare una rete con numerosi dispositivi e con una discreta lunghezza, si deve studiare attentamente il collegamento e configurare opportunamente lo stadio d'uscita, le molteplici modalità operative ed il bit rate in modo da poter comunicare in ogni condizione. In ogni collegamento I2C BUS ci devono essere due resistenze di pull up alle estremità della stessa, come definito dalle specifiche standard di questa interfaccia. Sul Mini Modulo i segnali SDA ed SCL hanno un pull up verso l'alimentazione a +3,3 Vdc, di 4,7 KΩ.

- I segnali SPI sono a livello TTL, come definito dallo stesso standard; anche per questa interfaccia si ricorda che, dovendo realizzare una rete con numerosi dispositivi e con una discreta lunghezza, si deve studiare attentamente il collegamento e configurare opportunamente lo stadio d'uscita, le molteplici modalità operative ed il bit rate in modo da poter comunicare in ogni condizione.

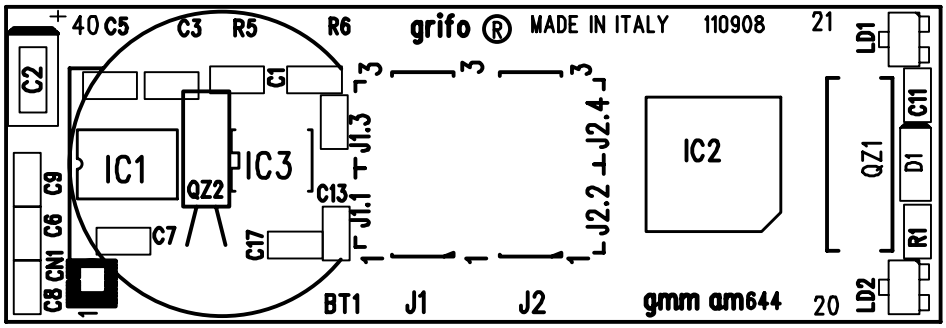


FIGURA 7: PIANTA COMPONENTI (LATO SUPERIORE)

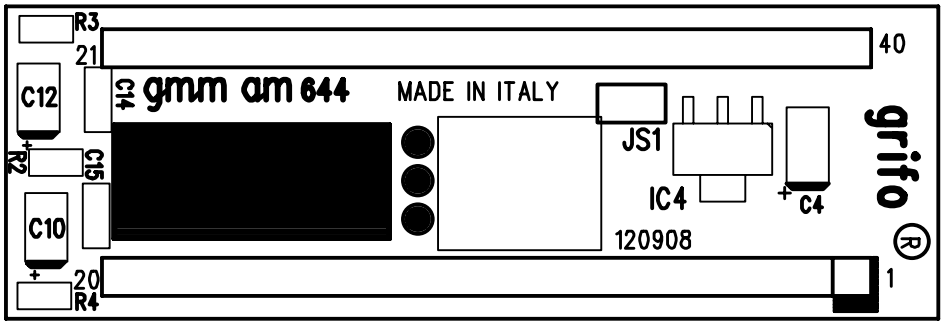


FIGURA 8: PIANTA COMPONENTI (LATO INFERIORE)

JUMPERS

A bordo del Mini Modulo **GMM AM644** sono presenti 8 jumpers a cavalliere, con cui è possibile effettuare alcune selezioni che riguardano il modo di funzionamento dello stesso. Di seguito ne è riportato l'elenco e la loro funzione nelle varie modalità di connessione.

JUMPER	POSIZIONE	UTILIZZO	DEF.
J1.1	1-2	Collega il segnale di ricezione della linea seriale 0, sul pin 9 di CN1, direttamente al microcontrollore. Usato in abbinamento ai jumpers J1.2 e J1.3.	
	2-3	Collega il segnale di ricezione della linea seriale 0, sul pin 9 di CN1, al driver RS 232. Usato in abbinamento ai jumpers J1.2 e J1.3.	*
J1.2	1-2	Collega il segnale di trasmissione della linea seriale 0, sul pin 10 di CN1, direttamente al microcontrollore. Usato in abbinamento ai jumpers J1.1 e J1.3.	
	2-3	Collega il segnale di trasmissione della linea seriale 0, sul pin 10 di CN1, al driver RS 232. Usato in abbinamento ai jumpers J1.1 e J1.3.	*
J1.3	1-2	Non collega segnale di ricezione della linea seriale 0 del microcontrollore al driver RS 232. Usato in abbinamento ai jumpers J1.1 e J1.2.	
	2-3	Collega segnale di ricezione della linea seriale 0 del microcontrollore al driver RS 232. Usato in abbinamento ai jumpers J1.1 e J1.2.	*
J1.4	1-2	Collega la batteria al Litio di bordo alla circuiteria di back up del Real Time Clock.	
	2-3	Non collega la batteria al Litio di bordo alla circuiteria di back up del Real Time Clock.	*
J2.1	1-2	Collega il segnale di ricezione della linea seriale 1, sul pin 40 di CN1, direttamente al microcontrollore. Usato in abbinamento ai jumpers J2.2 e J2.3.	
	2-3	Collega il segnale di ricezione della linea seriale 1, sul pin 40 di CN1, al driver RS 232. Usato in abbinamento ai jumpers J2.2 e J2.3.	*
J2.2	1-2	Collega il segnale di trasmissione della linea seriale 1, sul pin 39 di CN1, direttamente al microcontrollore. Usato in abbinamento ai jumpers J2.1 e J2.3.	
	2-3	Collega il segnale di trasmissione della linea seriale 1, sul pin 39 di CN1, al driver RS 232. Usato in abbinamento ai jumpers J2.1 e J2.3.	*

FIGURA 9: TABELLA JUMPERS (1 DI 2)

JUMPER	POSIZIONE	UTILIZZO	DEF.
J2.3	1-2	Non collega segnale di ricezione della linea seriale 1 del microcontrollore al driver RS 232. Usato in abbinamento ai jumpers J2.1 e J2.2.	
	2-3	Collega segnale di ricezione della linea seriale 1 del microcontrollore al driver RS 232. Usato in abbinamento ai jumpers J2.1 e J2.2.	*
J2.4	1-2	Collega il pin 37 del Mini Modulo a massa. Questa condizione pone a livello logico 0 il segnale PD7 del microcontrollore, agendo come ingresso di configurazione acquisibile via software. Inoltre accende il LED LD2.	
	2-3	Non collega il pin 37 del Mini Modulo lasciando il segnale PD7 del microcontrollore,ed il LED LD2, gestibili da utente.	*
JS1	Non connesso	Uso riservato.	*

FIGURA 10: TABELLA JUMPERS (2 DI 2)

Per riconoscere le connessioni e le posizioni dei jumpers sulla scheda si faccia riferimento alla serigrafia della stessa od alla figura 11 di questo manuale, dove viene riportata la numerazione dei pin, che coincide con quella utilizzata in tutte le descrizioni del manuale.
Nelle precedenti tabelle l'***** (asterisco) indica la configurazione di default, ovvero quella impostata in fase di collaudo, con cui la scheda viene fornita.
L'utente può verificare la configurazione base ricevuta, anche nell'APPENDICE C del manuale; ulteriori informazioni sulla funzione dei jumper della **GMM AM644** sono riportate nei seguenti paragrafi relativamente alla sezione su cui gli stessi jumper intervengono.

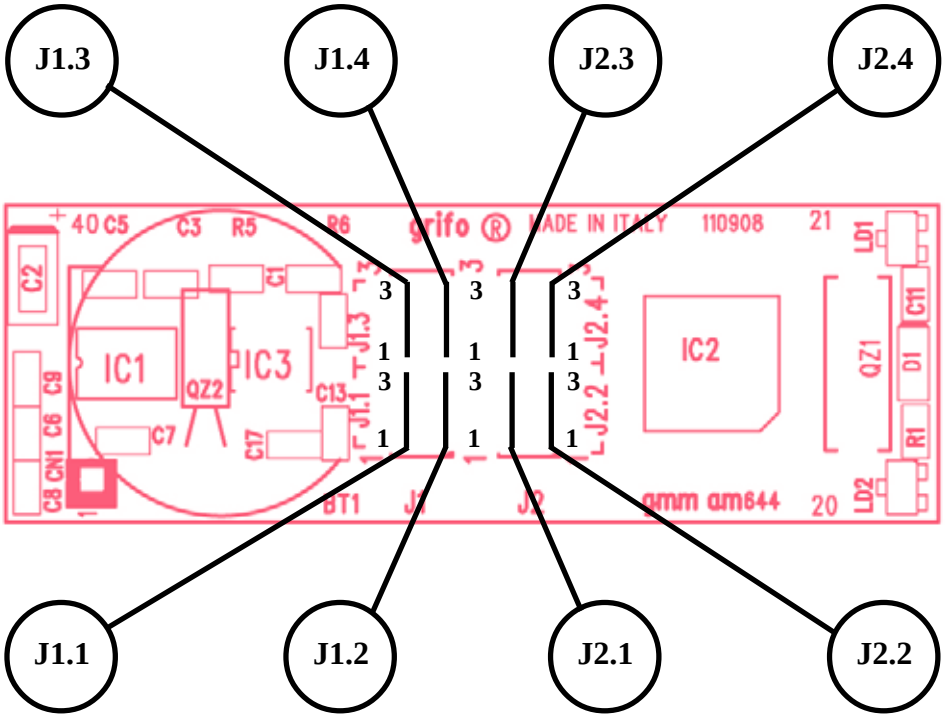


FIGURA 11: DISPOSIZIONE E NUMERAZIONE JUMPERS

SELEZIONE COMUNICAZIONE SERIALE

Le linee di comunicazione seriale asincrone della scheda **GMM AM644** possono essere bufferate in RS 232 o TTL. Nel caso vengano bufferata in RS 232, i segnali delle linee sono protetti da scariche fino a ±15 KV.
La selezione del protocollo elettrico avviene via hardware e richiede un'opportuna configurazione dei jumpers di bordo, come descritto nelle precedenti tabelle; l'utente può autonomamente passare da una configurazione all'altra seguendo le informazioni riportate di seguito:

- LINEA SERIALE 0 (USART0) SETTATA IN RS 232 (configurazione default)

J1.1 = 2-3
J1.2 = 2-3
J1.3 = 2-3

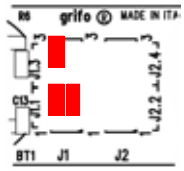


FIGURA 12: CONFIGURAZIONE SERIALE 0 IN RS 232

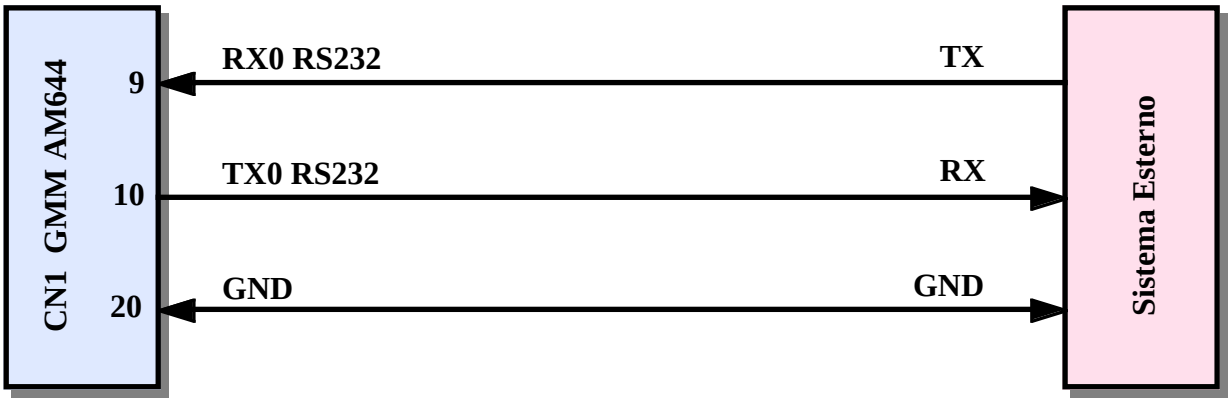


FIGURA 13: ESEMPIO COLLEGAMENTO SERIALE 0 IN RS 232

- LINEA SERIALE 0 (USART0) SETTATA IN TTL

J1.1 = 1-2
J1.2 = 1-2
J1.3 = 1-2

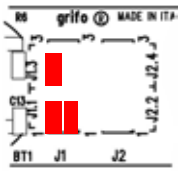


FIGURA 14: CONFIGURAZIONE SERIALE 0 IN TTL

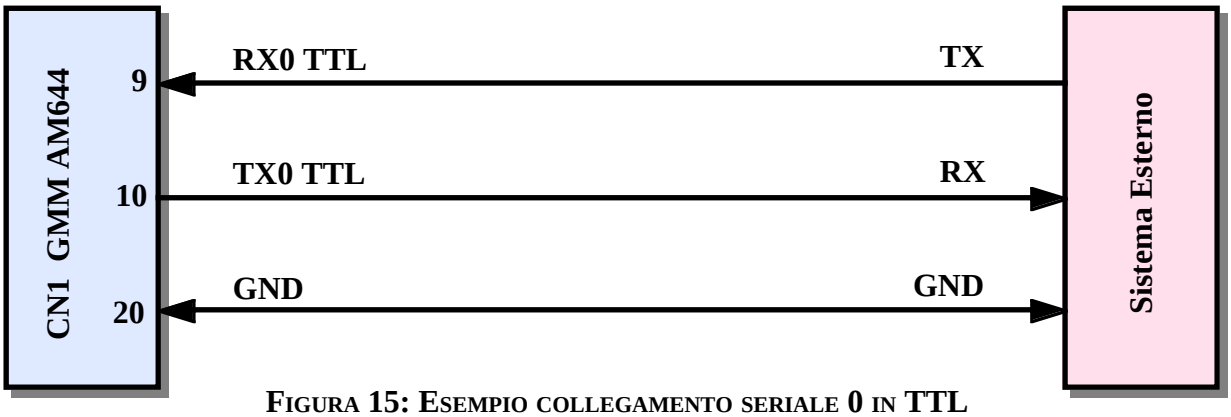


FIGURA 15: ESEMPIO COLLEGAMENTO SERIALE 0 IN TTL

- LINEA SERIALE 1 (USART1) SETTATA IN RS 232 (configurazione default)

J2.1 = 2-3
J2.2 = 2-3
J2.3 = 2-3

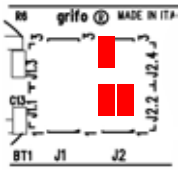


FIGURA 16: CONFIGURAZIONE SERIALE 1 IN RS 232

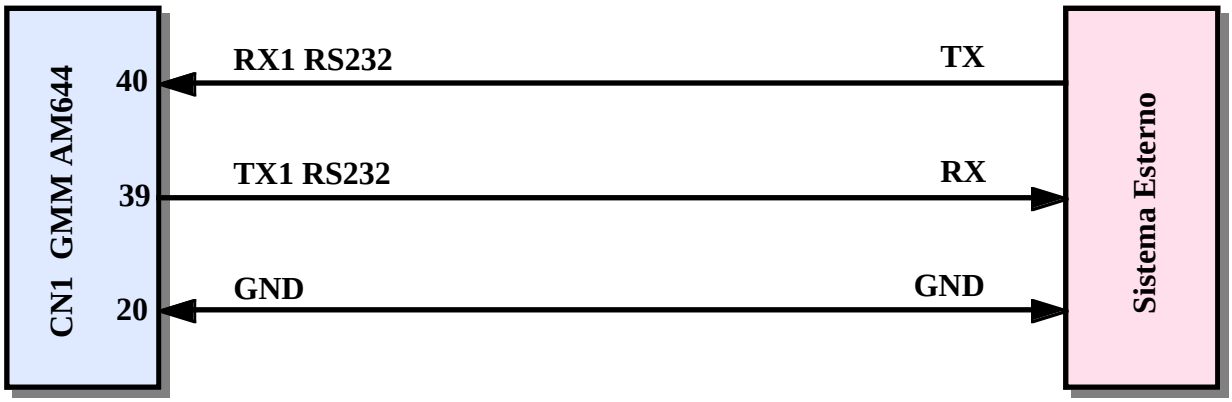


FIGURA 17: ESEMPIO COLLEGAMENTO SERIALE 1 IN RS 232

- LINEA SERIALE 1 (USART1) SETTATA IN TTL

J2.1 = 1-2
J2.2 = 1-2
J2.3 = 1-2

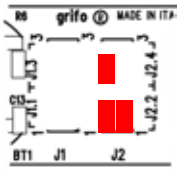


FIGURA 18: CONFIGURAZIONE SERIALE 1 IN TTL

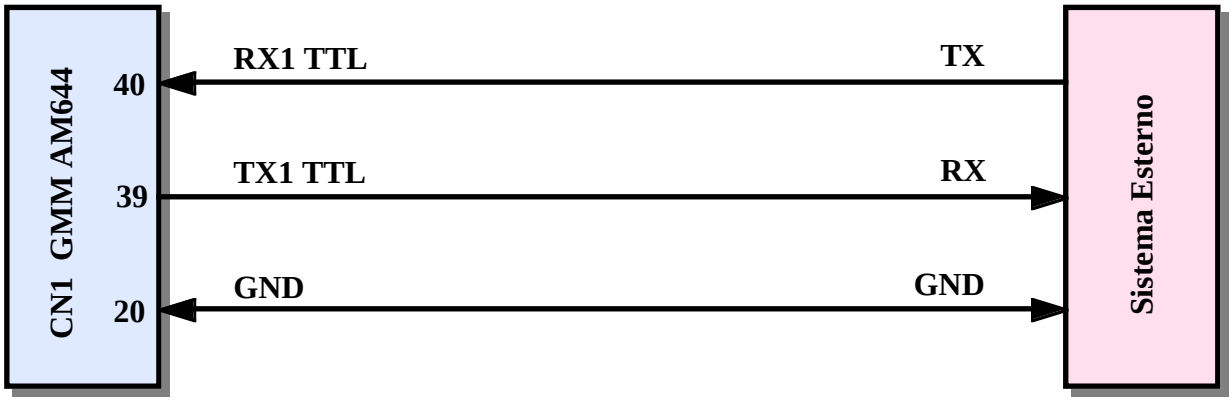


FIGURA 19: ESEMPIO COLLEGAMENTO SERIALE 1 IN TTL

Dal punto di vista software sulle linee può essere definito il protocollo fisico di comunicazione tramite la programmazione di alcuni registri interni del microprocessore. Ogni interfaccia seriale (denominate USART0 ed USART1) possiede un gruppo indipendente di registri per la programmazione, e può funzionare in maniera totalmente separata rispetto all'altra.
I due protocolli RS 232 e TTL sono elettricamente incompatibili e l'utente, prima di collegare le seriali asincrone al sistema esterno, deve attentamente verificare l'interfaccia seriale presente su quest'ultimo e configurare opportunamente i jumpers. Il collegamento di una linea RS 232 ad una **GMM AM644** configurata in TTL può anche provocare il danneggiamento della stessa linea.

BACK UP OROLOGIO

Il **GMM AM644** é provvisto di una batteria al litio BT1 che provvede a tamponare il Real Time Clock di bordo anche in assenza della tensione di alimentazione. Il jumper J1.4 provvede a collegare o meno questa batteria in modo da salvaguardarne la durata prima dell'installazione o in tutti i casi in cui il back up non é necessario. Nella configurazione di default il J1.4 é in posizione 2-3, equivalente a batteria non connessa: l'utente deve spostarlo in posizione 1-2 qualora necessiti mantenere sempre in funzione il RTC.
Per quanto riguarda le caratteristiche della circuiteria di back up vedere il paragrafo CARATTERISTICHE ELETTRICHE, mentre per una facile individuazione dei componenti coinvolti nella circuiteria di back up, si vedano le figure 5 ed 11.

COLLEGAMENTO I2C BUS

Sul connettore CN1 della **GMM AM644** sono disponibili i segnali di un'interfaccia I2C BUS, gestita dalla periferica hardware denominata TWI (Two Wire Interface), che possono essere collegati a numerosi altri dispositivi dotati dello stesso standard.
Le seguenti figure illustrano alcune modalità di collegamento e sottolineano che la **GMM AM644** può funzionare sia come Master che come Slave I2C BUS.
Alcune schede di supporto ai Mini Moduli prodotte dalla **grifo®** (come le **GMB HRxxx** e la **GAB H844**) prevedono, tra le altre cose, anche un connettore dedicato all'I2C BUS, in modo da facilitare al massimo le connessioni con il campo.

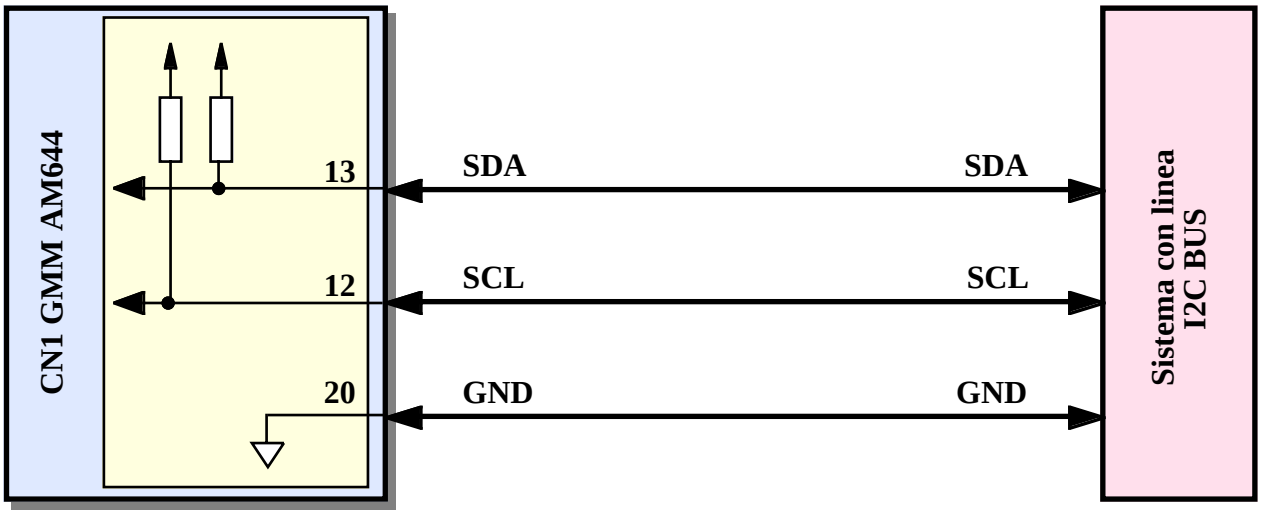


FIGURA 20: ESEMPIO DI COLLEGAMENTO PUNTO PUNTO IN I2C BUS

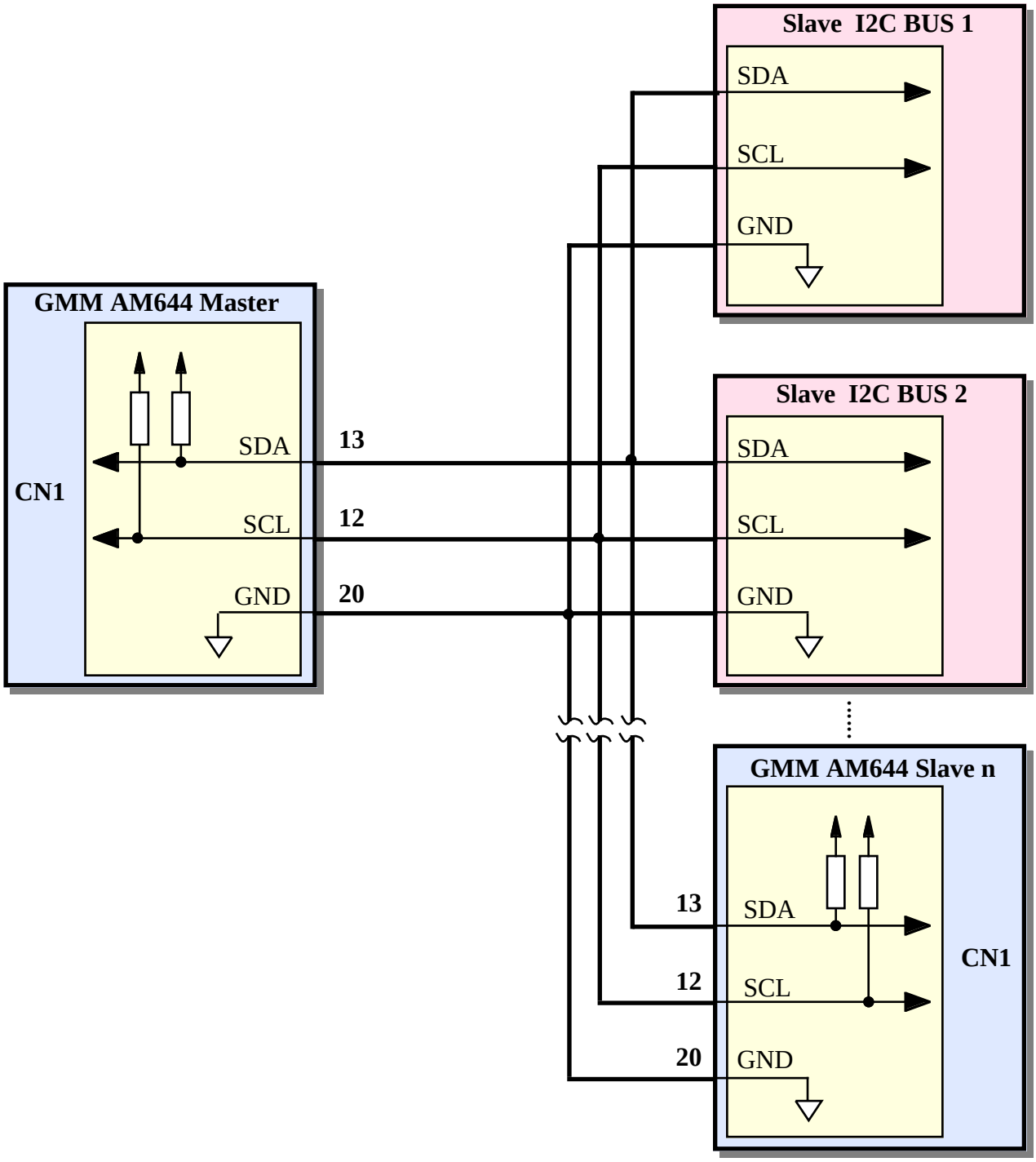


FIGURA 21: ESEMPIO DI COLLEGAMENTO IN RETE PER COMUNICAZIONE I2C BUS

Da notare che in una rete I2C BUS, devono essere presenti due resistenze di pull up alle estremità della stessa, rispettivamente vicino all'unità master ed all'ultima unità slave.
A bordo della **GMM AM644** sono sempre presenti tali resistenze,hanno un valore di 4,7 KΩ e sono collegate alla tensione di alimentazione del microcontrollore a +3,3 Vdc, come riportato nel paragrafo CARATTERISTICHE ELETTRICHE. L'utente deve scegliere e/o configurare i dispositivi I2C BUS da collegare, tenendo conto di questa caratteristica.
Per maggiori informazioni consultare il documento "*THE I2C-BUS SPECIFICATION*", della PHILIPS Semiconductors.

RESET, CONTROLLO ALIMENTAZIONE, WATCHDOG

Sulla **GMM AM644**, sono presenti tre diverse sorgenti di reset, che possono essere così riassunte:

1) Circuiteria di controllo alimentazione che attiva il reset quando la tensione di alimentazione scende al di sotto della soglia preselezionata. Questa circuiteria integrata nel microcontrollore prende il nome di Brown-out Detector.

2) Segnale collegato al pin 8 di CN1, attivo basso, che può essere collegato anche ad un semplice pulsante normalmente aperto e che, una volta premuto, collega il segnale /RES alla massa GND. La sua funzione principale é quella di uscire da condizioni di loop infinito, soprattutto durante la fase di debug oppure per rieseguire il programma applicativo senza dover interrompere l'alimentazione della scheda.

3) Circuiteria di Watchdog, interna al microcontrollore, molto efficiente e di facile gestione software. In dettaglio le caratteristiche di questa circuiteria sono le seguenti:
   - funzionamento astabile;
   - tempo d'intervento programmabile via software da circa 16 msec fino ad 8 sec;
   - attivazione via software tramite doppia scrittura consecutiva su registri di gestione;
   - retrigger via software;
   - abilitazione forzata della circuiteria.

   Nel funzionamento astabile una volta scaduto il tempo d'intervento, la circuiteria si attiva, rimane attiva per il tempo di reset e poi si disattiva nuovamente. Si ricorda che la funzione principale della circuiteria di Watchdog é quella di conferire una sicurezza intrinseca per la corretta esecuzione del programma da parte della scheda. Infatti se il programma non é più eseguito regolarmente, non effettua il retrigger periodico della circuiteria e questa quindi interviene resettando la scheda, come descritto. Per maggiori informazioni sulla circuiteria di Watchdog e sull'operazione di retrigger, fare riferimento alla documentazione del microcontrollore oppure all'APPENDICE A di questo manuale.

A seconda della sorgente e della configurazione del microcontrollore, la circuiteria di reset può rimanere attiva per un tempo diverso. Con l'impostazione di base fornita dalla **grifo®** tale attivazione dura circa 80 msec. Al termine tutte le sezioni della scheda vengono resettate per garantire una condizione di azzeramento generale e la scheda riprende l'esecuzione del programma salvato in FLASH all'indirizzo 0000H.
La circuiteria di reset così realizzata assicura il corretto funzionamento della scheda e dell'eventuale elettronica collegata, in ogni condizione operativa e soprattutto nella sempre difficile fase di accensione e spegnimento.

INTERRUPTS

Una caratteristica peculiare della **GMM AM644** è la notevole potenza nella gestione delle interruzioni. Di seguito viene riportata una breve descrizione di quali sono i dispositivi che possono generare interrupts e con quale modalità; per quanto riguarda la gestione di tali interrupts si faccia riferimento alla documentazione del microprocessore oppure all'APPENDICE A di questo manuale.

- Pin 40 di CN1 -> Genera un INT0 sul microcontrolore.
- Pin 39 di CN1 -> Genera un INT1 sul microcontrolore.
- Pin 3 di CN1 -> Genera un INT2 sul microcontrolore.
- Pin 1÷4, 9, 10, 12÷19, 21÷33, 35÷37, 39, 40 di CN1 -> Generano un PCINTn sul microcontrolore, con possibilità di definire maschere, livelli o fronti di attivazione, e di essere attivati anche su segnali in uscita (interrupt software).
- Periferiche di bordo -> Generano un interrupt interno. In particolare le possibili sorgenti d'interrupt interno sono le sezioni: Watchdog, Brown-out Detector, Timer 0, Timer 1, Timer 2, interfacciaSPI, interfaccia I2C BUS, USART seriali, A/D converter, Comparatore analogico, EEPROM, ecc.
- Pin 11 di CN1 -> E' generata dal RTC di bordo e può generare interrupt periodici od a tempi preimpostati. Per essere acquisita dal microcontrollore deve essere collegata ad uno degli ingressi disponibili su CN1, con resistenza di pull up, ad esempio da 10 KΩ.

Complessivamente il modulo dispone di 31 sorgenti (i 32 interrupts esterni da PCINTn si riducono a sole 4 sorgenti) ed incorporata nel microcontrollore si trova la logica di gestione degli interrupts che consente di attivare, disattivare, mascherare le sorgenti e che regolamenta l'attivazione contemporanea di più interrupts. In questo modo l'utente ha sempre la possibilità di rispondere in maniera efficace e veloce a qualsiasi evento esterno, stabilendo anche la priorità delle varie sorgenti.

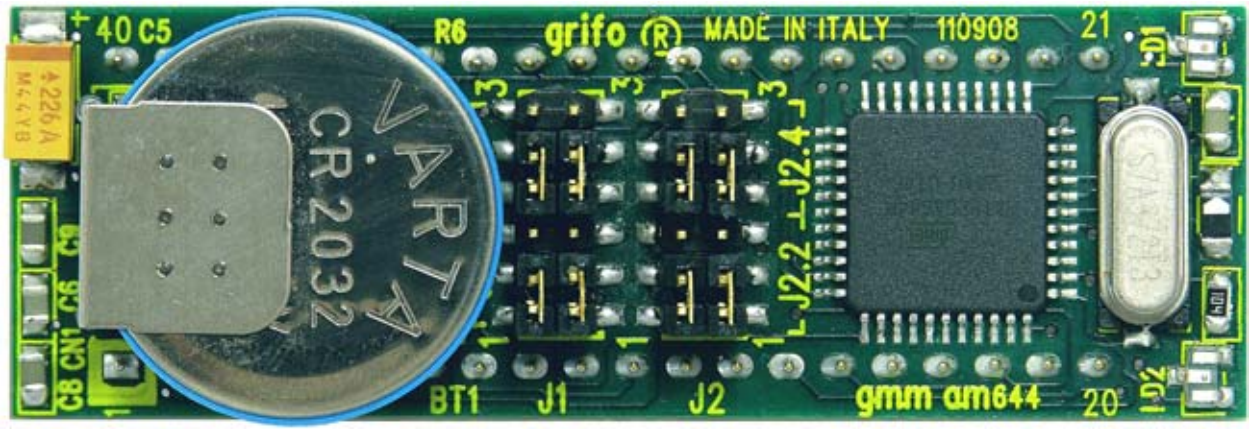


FIGURA 22: VISTA DALL'ALTO

SCHEDE DI SUPPORTO

Il Mini Modulo **GMM AM644** può essere utilizzato come macro componente per alcune schede di supporto sia sviluppate dall'utente che già disponibili nel carteggio **grifo®**. Nei sucessivi paragrafi vengono illustrati gli abbinamenti con le schede di supporto più interessanti.
In corrispondenza del primo ordine viene fornita una ricca serie di programmi dimostrativi che consentono di utilizzare sia le risorse del Mini Modulo, che quelle della scheda di supporto, immediatamente.

UTILIZZO CON MODULO GMB HR168

La **GMB HR168** si distingue per essere una scheda che consente ai Mini Moduli da 28 o 40 piedini di essere collegati ai segnali del campo tramite delle apposite circuiterie di potenza optoisolate, in modo da essere facilmente e velocemente installati nei quadri elettrici del sistema da realizzare.
La descrizione completa del prodotto è disponibile nel relativo foglio e manuale tecnico, mentre in questo paragrafo sono riportate le potenzialità offerte e la configurazione richiesta da questa accoppiata.
La **GMB HR168** permette facilmente di:

- alimentare il Mini Modulo tramite lo switching di bordo che accetta un ingresso ad ampio range sia in continua che alternata;

- riportare sedici linee dei port di I/O sugli ingressi optoisolati che possono essere indifferentemente di tipo NPN o PNP. Lo stato di tutti i 16 ingressi viene visualizzato tramite LEDs verdi e gialli. Essendo le linee multiplexate con le periferiche interne è possibile creare rapidamente funzioni evolute come contatori, riconoscimento combinazioni, gestore di eventi; ecc.;

- fornire un'alimentazione galvanicamente isolata per gli ingressi NPN o PNP, in modo da poter collegare all'esterno dei semplici ed economici contatti puliti;

- riportare otto linee dei port di I/O su uscite a Relè visualizzate tramite LEDs rossi;

- avere l'interfaccia I2C BUS, completa di alimentazione, su un connettore dedicato;

- collegare le linee di comunicazione seriale tramite due connettori AMP MODU II da 8 vie;

- bufferare, esternamente al Mini Modulo, i segnali della linea seriale TTL in RS 422, RS 485 o Current Loop passivo;

- collegare i segnali PWM su un connettore AMP MODU II da 8 vie;

- fornire la tensione di riferimento per la sezione A/D e collegare un ingresso analogico;

- cablare facilmente tutti i segnali tramite connettori a morsettiera a rapida estrazione ed altri connettori standard;

- effettuare un montaggio meccanico su barra ad omega.

FIGURA 23: ACCOPPIATA GMB HR168 + GMM AM644

La seguente configurazione consente di usare l'accoppiata **GMB HR168** + **GMM AM644**, con linee seriali in RS 232 e batteria collegata:

*Configurazione **GMM AM644***

J1.1	=	2-3
J1.2	=	2-3
J1.3	=	2-3
J1.4	=	1-2
J2.1	=	2-3
J2.2	=	2-3
J2.3	=	2-3
J2.4	=	2-3

*Configurazione **GMB HR168***

J1 , J2	=	2-3
J3 , J4	=	non connessi
J5	=	2-3
J6 , J7 , J8	=	2-3
J9	=	non connesso
J10	=	1-2 , 4-5
J11	=	1-2
J12	=	non connesso
J13 , J19 , J20	=	non connessi
J14	=	1-2
J15	=	1-2
J16	=	2-3
J17	=	2-3
J18	=	2-3

Cavo collegamento seriale con PC di sviluppo = **AMP8 Cable** con vaschetta D9 Femmina.

UTILIZZO CON MODULO GAB H844

La **GAB H844** si distingue per essere una scheda che consente ai Mini Moduli da 28 o 40 piedini di essere collegati ai segnali del campo sia analogici, tramite delle apposite circuiterie di condizionamento, che digitali, tramite circuiterie di potenza optoisolate, in modo da essere facilmente e velocemente installati nei quadri elettrici del sistema da realizzare
La descrizione completa del prodotto è disponibile nel relativo foglio e manuale tecnico, mentre in questo paragrafo sono riportate le potenzialità offerte e la configurazione richiesta da questa accoppiata.
La **GAB H844** permette facilmente di:

- alimentare il Mini Modulo tramite lo switching di bordo che accetta un ingresso ad ampio range sia in continua che alternata;

- riportare quattro linee dei port di I/O sugli ingressi optoisolati che possono essere indifferentemente di tipo NPN o PNP. Lo stato di tutti i 4 ingressi viene visualizzato tramite LEDs verdi. Essendo le linee multiplexate con le periferiche interne è possibile creare rapidamente funzioni evolute come contatori, riconoscimento combinazioni, gestore di eventi; ecc.;

- fornire una alimentazione galvanicamente isolata per gli ingressi NPN o PNP, in modo da poter collegare all'esterno dei semplici ed economici contatti puliti;

- riportare quattro linee dei port di I/O su uscite a Relè visualizzate tramite LEDs rossi;

- riportare otto ingressi analogici ad altrettanti segnali provenienti dal campo, attraverso circuiterie di condizionamento segnali, di precisione. Grazie a queste circuiterie i tipici segnali del settore industriale (0÷20 mA, 4÷20 mA; 0÷10 V; ecc.) possono essere acquisiti.

- avere l'interfaccia I2C BUS, completa di alimentazione, su un connettore dedicato;

- collegare la linea di comunicazione seriale principale (0) tramite un connettore AMP MODU II da 8 vie;

- bufferare, esternamente al Mini Modulo, i segnali della linea seriale TTL in RS 422, RS 485 o Current Loop passivo;

- collegare i segnali PWM su un connettore AMP MODU II da 8 vie;

- collegare alcuni segnali multifunzione TTL su connettori AMP MODU II da 8 vie;

- fornire la tensione di riferimento per la sezione A/D;

- cablare facilmente tutti i segnali tramite connettori a morsettiera a rapida estrazione ed altri connettori standard;

- effettuare un montaggio meccanico su barra ad omega.

FIGURA 24: ACCOPPIATA GAB H844 + GMM AM644

La seguente configurazione consente di usare l'accoppiata **GAB H844** + **GMM AM644**, con linea seriale in RS 232, batteria collegata ed 8 ingressi analogici nel range 0÷Vref Mini Modulo:

*Configurazione **GMM AM644***

J1.1	=	2-3
J1.2	=	2-3
J1.3	=	2-3
J1.4	=	1-2
J2.1	=	2-3
J2.2	=	2-3
J2.3	=	2-3
J2.4	=	2-3

*Configurazione **GAB H844***

J1 , J9	=	non connessi
J2, J3 , J4	=	2-3
J5	=	2-3
J8	=	non connesso
J10	=	2-3
J11	=	non connesso
J13, J14	=	1-2
J15÷J29 dispari	=	1-2
J16÷J30 pari	=	1-2
J31÷J34	=	1-2
J35÷J38	=	1-2
JS1	=	connesso

Cavo collegamento seriale con PC di sviluppo = **AMP8 Cable** con vaschetta D9 Femmina.

UTILIZZO CON SCHEDA GMM TST 3

Nel carteggio **grifo®** la **GMM TST 3** si distingue per essere la scheda valutativa progettata esplicitamente per fare da supporto ai Mini Moduli **GMM xxx** da 28 e 40 piedini.
La **GMM TST 3** é un'evoluzione della **GMM TST 2**, che a sua volta é un'evoluzione della **GMM TST**, ma per il mini modulo **GMM AM644** può essere usata solo l'ultima versione. Nell'APPENDICE B viene riportato anche lo schema elettrico completo di questa scheda di supporto.
La **GMM TST 3** permette di:

- alimentare il Mini Modulo tramite l'alimentatore lineare di bordo che accenta un ingresso ad ampio range sia in continua che alternata;

- riportare le linee dei port di I/O digitale su connettori a scatolino compatibili con lo standard **I/O ABACO®** su cui sono disponibili schede di pilotaggio I/O digitali di diversi tipi (relé, transistor, ingressi optoisolati, LEDs e pulsanti, ecc.);

- riportare le linee analogiche dell'A/D converter su connettori a scatolino compatibili con lo standard **I/O ABACO®** facilmente collegabili a sensori esterni;

- collegare le linee seriali RS 232 tramite due connettori a vaschetta D9 femmina;

- impostare e visualizzare lo stato di 2 linee di I/O, del Mini Modulo tramite pulsanti e LEDs di colori differenti, escludibili tramite jumper;

- generare feedback sonori mediante il buzzer di bordo;

- fornire la tensione di riferimento per la sezione A/D;

- azzerare il Mini Modulo montato tramite un comodo pulsante di reset;

- sviluppare rapidamente e confortevolmente applicazioni di interfaccia utente avvalendosi della tastiera a matrice 4x4 da 16 tasti e del display LCD retroilluminato da 2 righe di 20 caratteri;

- sviluppare una scheda di supporto secondo le esigenze dell'utente, partendo dallo schema elettrico fornito;

- gestire la programmazione del Mini Modulo tramite programmatori ISP esterni. I segnali dell'interfaccia ISP sono riportati su un connettore compatibile con l'**AVR ISP mkII** della **ATMEL**, ma l'appendice D descrive numerose possibilità alternative.

- gestire la programmazione del Mini Modulo in ISP, tramite una semplice interfaccia seriale RS 232 di un PC ed il software di gestione **PonyProg** della **LANCOS**.

FIGURA 25: ACCOPPIATA GMM TST + GMM AM644

La seguente configurazione consente di usare l'accoppiata **GMM TST 3** + **GMM AM644**, con linee seriali in RS 232, batteria collegata e programmazione con **AVRISP mk II**:

*Configurazione **GMM AM644***

J1.1	=	2-3
J1.2	=	2-3
J1.3	=	2-3
J1.4	=	1-2
J2.1	=	2-3
J2.2	=	2-3
J2.3	=	2-3
J2.4	=	2-3

*Configurazione **GMM TST 3***

J1	=	non coonesso
J2	=	1-2
J3	=	1-2
J4	=	2-3
J5	=	2-3
J6	=	2-3
J7	=	2-3
J8	=	2-3
J9	=	2-3
J10	=	1-2
J11	=	1-2
J12	=	1-2
J13	=	1-2

Cavo collegamento seriale con PC di sviluppo = **CCR 9+9E** (ovvero cavo prolunga con vaschetta D9 Femmina e D9 Maschio).

COME INIZIARE

In quest o capitolo vengono illustrate le operazioni da effettuare per iniziare ad usare la **GMM AM644** in maniera rapida e lineare, senza dover affrontare alcun problema tipico del primo uso.
Il capitolo é composto da alcune parti comuni ed altre che invece si differenziano a seconda dell'ambiente di sviluppo usato.
Inoltre si ipotizza che l'utente disponga degli accessori (di alimentazione e collegamento seriale) e di un PC in grado di eseguire i programmi descritti nei seguenti punti; tale PC viene identificato con il nome PC di sviluppo ed i suoi requisiti minimi sono riportati nella documentazione degli stessi programmi usati.

A) PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTI

A1) Per prima cosa dovete effettuare il collegamento RS 232 tra la linea seriale 0 del Mini Modulo **GMM AM644** ed il PC di sviluppo, ovvero collegare i due segnali di comunicazione (TX0 RS232, RX0 RS232) e la massa di riferimento (GND). Naturalmente questa connessione varia a seconda dell'eventuale scheda di supporto usata ed in generale é quella riportata nella seguente figura.

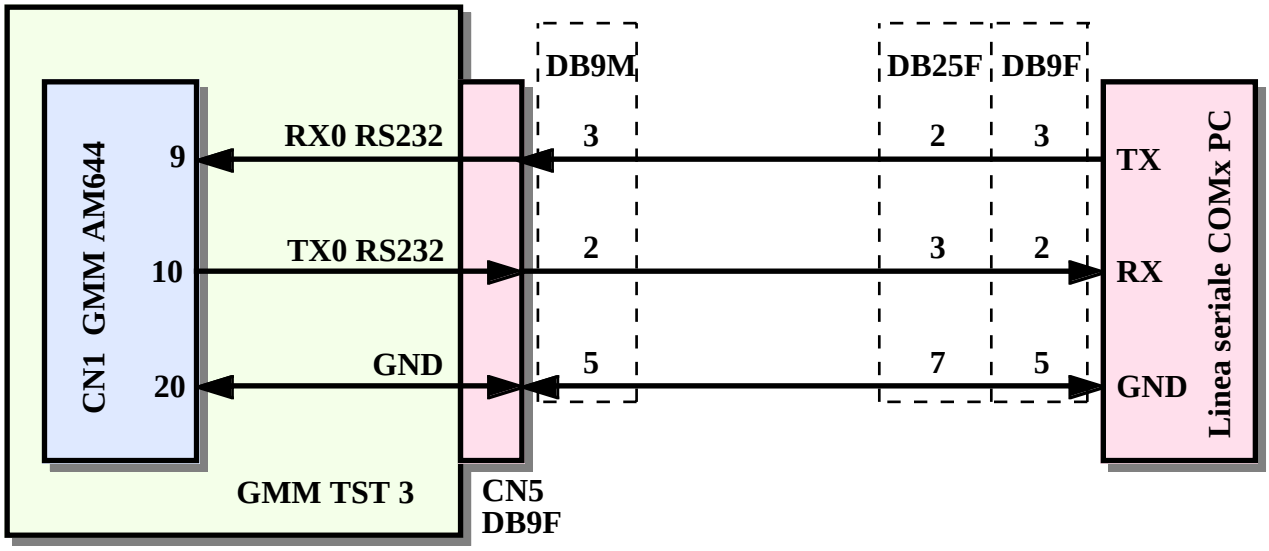


FIGURA 26: COLLEGAMENTO RS 232 TRA SERIALE 0 GMM AM644 E PC

Come si può notare dalla figura 26, in caso di utilizzo dell'accoppiata **GMM TST 3 + GMM AM644**, il cavo di collegamento seriale coincide con un normale cavo dritto con vaschetta D9 (quelli ad esempio usati per la comunicazione con Modem RS 232) che può essere anche ordinato alla grifo® specificando il codice **CCR 9+9E**.

A2) Provvedere un'alimentazione adeguata: in caso di utilizzo del solo mini modulo tale alimentazione deve essere fornita come descritto nel paragrafo ALIMENTAZIONE, ad esempio usando un alimentatore da laboratorio. Qualora si utilizzi una accoppiata si possono sfruttare diverse sorgenti di alimentazione, come descritto nel manuale tecnico della scheda di supporto usata.

A3) Se l'utente intende utilizzare anche la seconda linea seriale della **GMM AM644** la può collegare a questo punto. Tale collegamento non é necessario per il primo uso ma per completezza viene riportato il collegamento RS 232 tra la linea seriale 1 del Mini Modulo ed un PC. Anche in questo collegamento sono sufficienti i due segnali di comunicazione (TX1 RS232, RX1 RS232) e la massa di riferimento (GND). Naturalmente questa connessione varia a seconda dell'eventuale scheda di supporto usata ed in generale é quella riportata nella seguente figura.

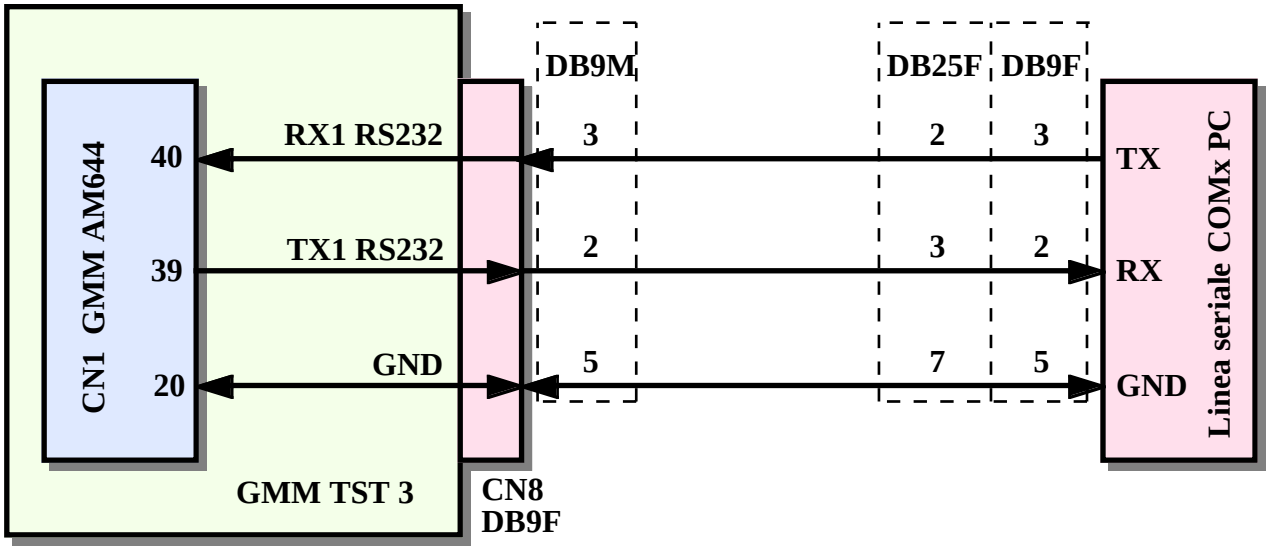


FIGURA 27: COLLEGAMENTO RS 232 TRA SERIALE 1 GMM AM644 E PC

Come si può notare dalla figura 27, in caso di utilizzo dell'accoppiata **GMM TST 3 + GMM AM644**, il cavo di collegamento seriale coincide con un normale cavo dritto con vaschetta D9 (quelli ad esempio usati per la comunicazione con Modem RS 232) che può essere anche ordinato alla grifo® specificando il codice **CCR 9+9E**.

B) PROVA PROGRAMMA DEMO SALVATO NEL MINI MODULO

B1) Avviare il programma di emulazione terminale **HYPERTERMINAL** sul PC di sviluppo ed impostare la comunicazione a:

Connetti:	*direttamente a COMx (quella usata al punto A1)*
Bit per secondo:	*19200*
Bit di Dati:	*8*
Parità:	*Nessuna*
Bit di Stop:	*1*
Controllo di flusso:	*Nessuno*

Si ricorda che HYPERTERMINAL é un programma fornito assieme al sistema operativo Windows e può essere facilmente lanciato seguendo il percorso: *Avvio* | *Programmi* | *Accessori* | *Comunicazioni* | *HyperTerminal*. In alternativa si possono usare anche altri programmi, come l'emulatore terminale incorporato nei compilatori **BASCOM AVR** ed **ICC AVR**.

B2) Fornire l'alimentazione o resettare il Mini Modulo.

B3) Verificare che il LED, od i LEDs, lampeggino continuamente e che sul monitor del PC di sviluppo compaia la presentazione del programma demo. Ogni **GMM AM644**, in caso di primo acquisto, viene fornita con il rispettivo programma demo già programmato nella FLASH interna e configurato per farlo partire all'accensione con le funzionalità descritte.
Se non vedete accadere quanto descritto, riverificate l'alimentazione, la connessione seriale e le impostazioni dell'emulatore terminale..

B4) Eseguire le funzioni del demo in modo da provare le risorse disponibili sul Mini Modulo e verificarne gli effetti: l'utente può interagire con il demo usando il PC di sviluppo come una console.

B5) Terminata la prova del demo, togliere alimentazione alla **GMM AM644**.

B6) Uscire dal programma **HYPERTERMINAL** sul PC di sviluppo.

C) RIPROGRAMMAZIONE DELLA FLASH CON PROGRAMMA DEMO

Il codice generato per il Mini Modulo può essere eseguito solo una volta che é stato salvato nella sua FLASH EPROM. Si ricorda che la FLASH della **GMM AM644** é programmabile in tre diverse modalità (Bootloader seriale, interfaccia ISP, interfaccia JTAG) dettagliatamente descritte nell'APPENDICE D di questo manuale.
In questo paragrafo, dovendo riportare le istruzioni su come iniziare, viene illustrata la modalità più comoda da usare, ovvero il Bootloader seriale **grifo®** che oltretutto é la modalità già presente nel materiale ricevuto e che di conseguenza, non richiede alcun accessorio esterno.

C1) Sul CD **grifo®** ricevuto in corrispondenza del primo acquisto, localizzare e quindi installare sul disco rigido del PC di sviluppo, il programma di utility **AVR Bootloader grifo(r)**. Questo gestisce la programmazione della FLASH ed EEPROM presente sulla **GMM AM644** e comunica con il Bootloader presente sullo stesso modulo, tramite una linea seriale RS 232.
In alternativa potete trovare l'ultima versione gratuita di questo programma sui siti **grifo®**.

C2) Creare sul disco rigido del PC di sviluppo una cartella in cui intendete salvare tutto il lavoro svolto.

C3) Individuare il programma demo della **GMM AM644** sul CD **grifo®** ricevuto: tale file ha il nome rappresentato alla partenza dello stesso programma, al punto B3, ed è raggiungibile a partire dalla pagina iniziale seguendo il percorso: *Italiano* | *Esempi* | *Grifo Mini Moduli* | *GMM AM644*. Delle cartelle che compaiono si deve aprire quella relativa al linguaggio di programmazione usato. Per questo esempio supponiamo di usare il demo D_AM644 sviluppato con il compilatore BASIC BASCOM AVR.

C4) Copiare tutti i file presenti dalla cartella individuata al punto precedente, alla cartella di lavoro creata al punto C2. A copia ultimata assicurare che i file su disco rigido abbiano l'attributo di *Sola lettura* disattivo.

C5) Lanciare il programma **AVR Bootloader grifo(r)** installato al punto C1. Salvo diverse impostazioni effettuate durante la stessa installazione si può usare il collegamento creato nel menù di avvio di Windows: *Start* | *Programmi* | *Grifo®* | *Avr Bootloader grifo(r)*.

C6) Chiudere la finestra di presentazione visualizzata premendo l'apposito pulsante *Close*.

C7) A questo punto compare la finestra principale dell'**AVR Bootloader grifo(r)** che, in caso di prima esecuzione, risulta priva di settaggi. Selezionare la linea di comunicazione seriale del PC collegata al punto A1, nell'apposita lista *Com Port:*.

C8) Spuntare la casella *FLASH (application code)* e dopo scegliere il file da programmare nella FLASH del Mini Modulo, ovvero il file con estensione .HEX copiato al punto C3 (D_AM644.HEX in questo esempio). Dopo aver premuto il relativo pulsante *Browse*, selezionare il file, tramite l'apposita finestra di dialogo rappresentata.

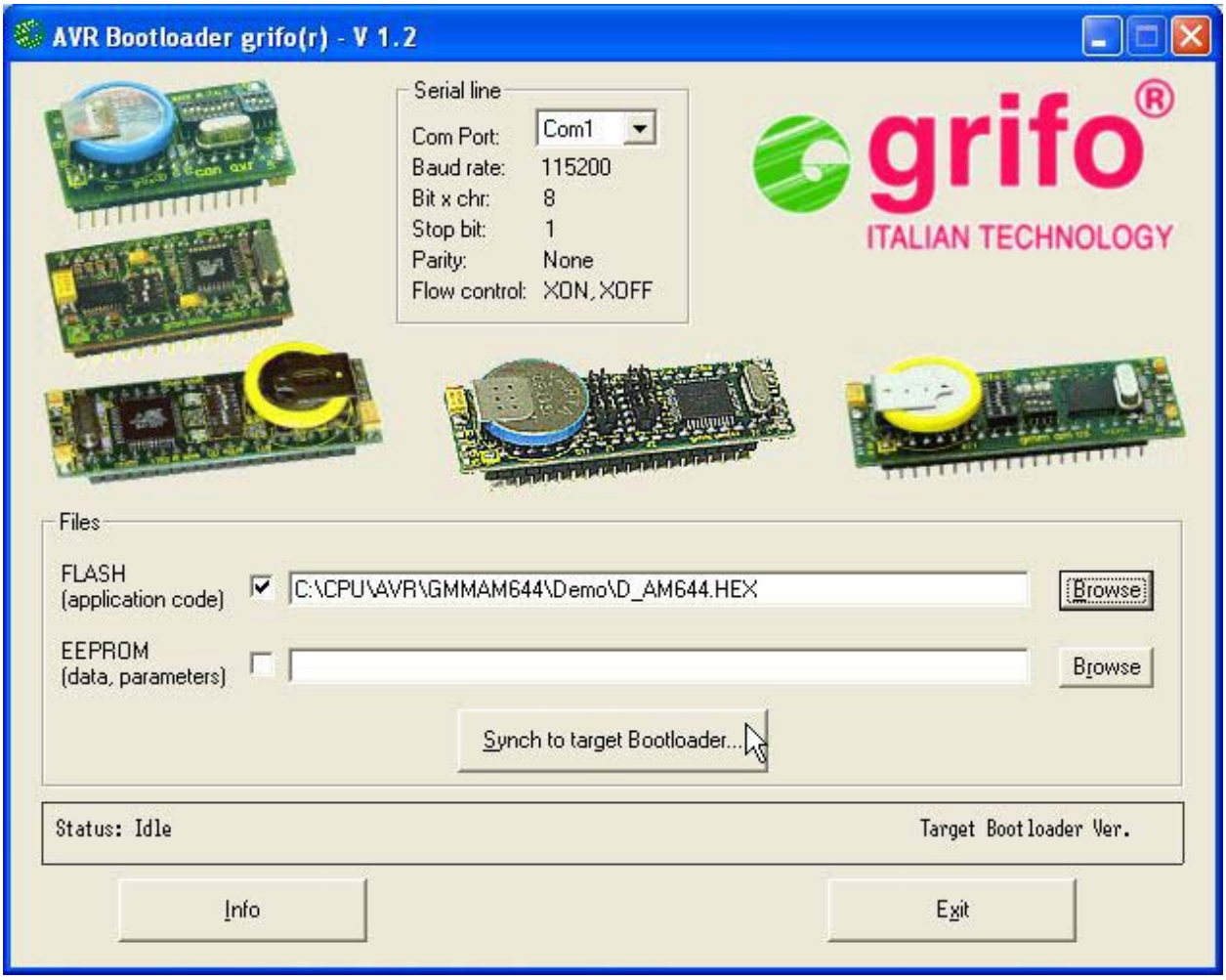


FIGURA 28: FINESTRA SETTAGGIO AVR BOTTLOADER GRIFO(R)

C9) Premere il pulsante *Synch ro target Bootloader* e subito dopo provvedere a togliere e rifornire l'alimentazione al Mini Modulo, oppure a resettarlo. Affinchè i due sistemi si sincronizzino è fondamentale che questa riaccensione o reset avvenga entro 5 secondi dalla pressione del pulsante; se questo tempo scade comparirà una finestra con il messaggio *No response from target Bootloader* e l'utente dovrà chiuderla con *OK* e poi ritentare la sincronizzazione.
Qualora la sincronizzazione fallisse anche dopo altri tentativi è conveniente ricontrollare i punti precedenti ed in particolare quelli del collegamento RS 232 e della scelta della linea seriale.

C10) Quando la sincronizzazione è avvenuta nella finestra di stato in basso compare l'indicazione *Sending FLASH file - lines remaining xxxx* e la versione del Bootloader eseguito dal Mini Modulo: *Target Bootloader Ver. x.x*. Mentre la seconda indicazione rimane costante la prima varia decrementando il numero di linee del file HEX, ancora da trasmettere, fino ad azzerarlo. A questo punto il file è stato completamente trasferito al Mini Modulo e, se non sono intervenuti errori, viene rappresentata una finestra con il messaggio *FLASH file succesfully downloaded*.

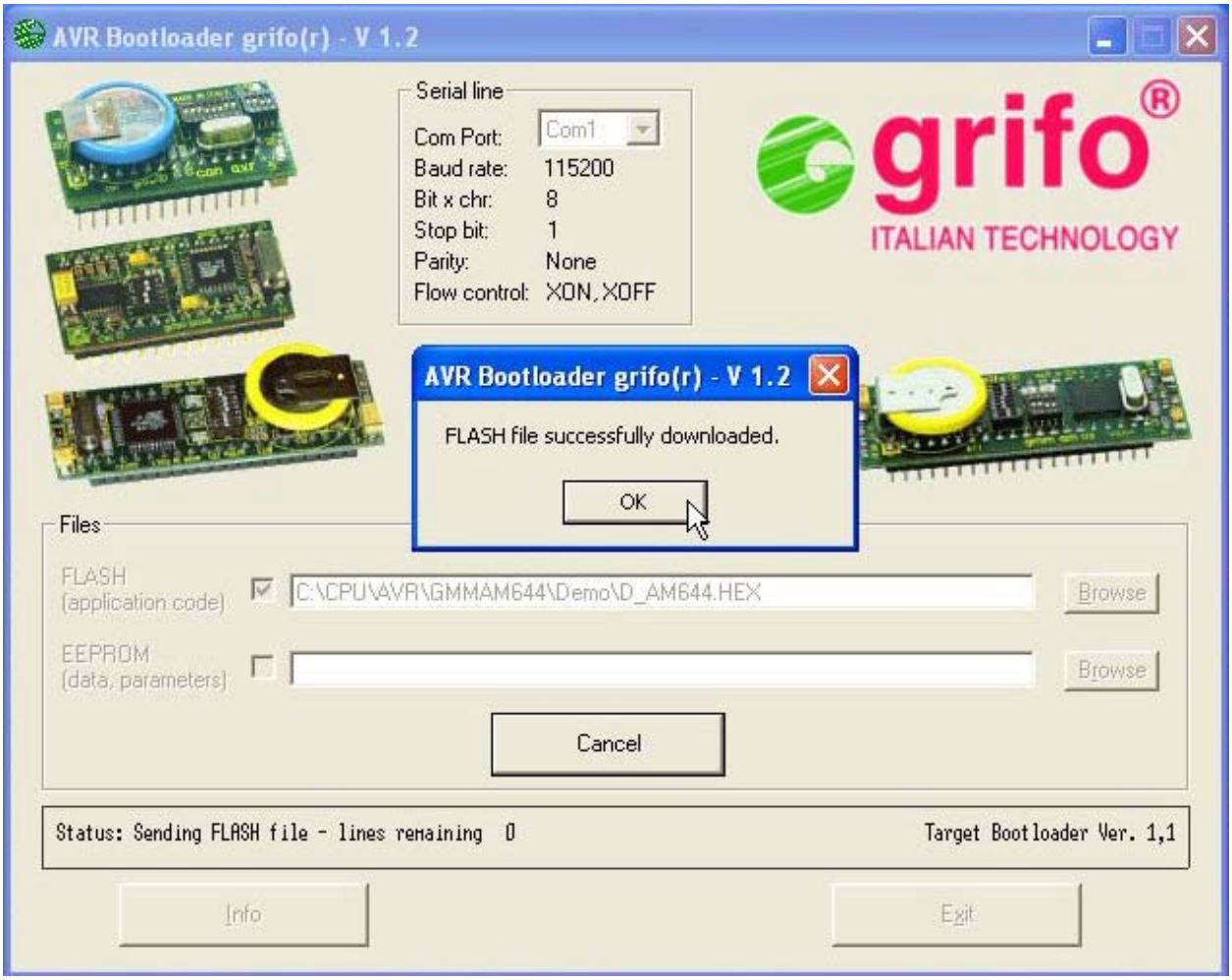


FIGURA 29: FINESTRA ESITO AVR BOTTLOADER GRIFO(R)

C11) La durata della trasmissione file varia a seconda della sua lunghezza e della linea di comunicazione disponibile sul PC; ad esempio se la COM usata corrisponde ad un convertitore USB <-> RS 232 il tempo di trasferimento è mediamente molto più lungo. In ogni caso l'utente deve attendere la condizione descritta al punto precedente, oppure se il tempo diventa enormemente lungo, interrompere la trasmissione con il pulsante *Cancel*.

C12) A questo punto la FLASH é programmata e l'**AVR Bootloader grifo(r)** può essere chiuso.

C13) Riprovare il programma demo appena riprogrammato ripetendo i passi B1÷B6.

Al fine di velocizzare le operazioni sopra descritte, che devono essere ripetute ad ogni prova del programma applicativo, si può convenientemente usare la modalità a riga di comando dell'**AVR Bootloader grifo(r)**, dettagliatamente descritta nell'APPENDICE D del manuale.

D) CREAZIONE DEL CODICE ESEGUIBILE DEL PROGRAMMA DEMO

D1) Installare l'ambiente di sviluppo scelto per realizzare il programma applicativo, sul disco rigido del PC. Come descritto nel capitolo AMBIENTI DI SVILUPPO sono disponibili diversi pacchetti in modo da soddisfare le richieste di ogni utente,ma qui si rpresentano quelli più diffusi, ovvero il **BASCOM AVR**, e l'**ICC AVR**. Per informazioni dettagliate su questi prodotti si faccia riferimento al relativo manuale d'uso oppure all'aiuto in linea.

D2) Accertarsi che al punto C4 dal CD **grifo®** siano stati copiati tutti i files e non solo l'eseguibile .HEX, del demo. In dettaglio nella cartella di lavoro devono essere presenti il/i files sorgenti, il file di progetto, i files di definizione provvisti delle seguenti estensioni a seconda dell'ambiente di sviluppo usato:

Ambiente di sviluppo	Linguaggio	Sorgente	Progetto	Definizioni	Ambiente
BASCOM AVR	BASIC	.BAS	-	.DAT	.CFG
ICC AVR	C	.C	.PRJ	.H	.SRC

D3) Ricompilare il sorgente usando l'ambiente di sviluppo scelto, in modo da ottenere il file .HEX identico a quello ricevuto e già usato nel punto C. Questa operazione si differenzia notevolmente a seconda dell'ambiente di sviluppo utilizzato, pertanto di seguito vengono esposti i passi dettagliati opportunamente suddivisi:

D3A) RICOMPILAZIONE CON BASCOM AVR

D3A1) Verificare che il file di definizione .DAT descritto al punto D2 sia già presente nella cartella di installazione del **BASCOM AVR**: *\MCS Electronics\BASCOM-AVR* e se non lo è copiarlo.

D3A2) Eseguire il **BASCOM AVR** ed una volta entrati nel suo IDE, caricare il file sorgente (con estensione .BAS), tramite il menu *File* | *Open*:

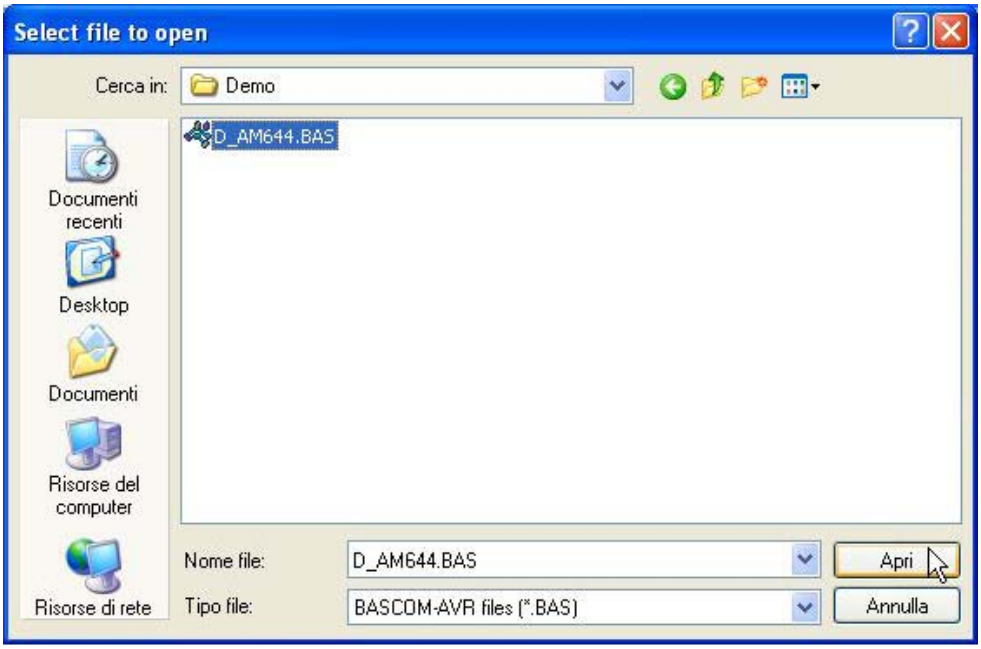


FIGURA 30: CARICAMENTO SORGENTE CON BASCOM AVR

D3A3) Aprire la finestra di configurazione del compilatore **BASCOM AVR**, tramite il comando *Option* | *Compiler* | *Chip*, effettuare le impostazioni riportate nella seguente figura ed al termine confermare con il pulsante *Ok*.
Si ricorda che l'impostazione del campo *Chip* deve coincidere con il microprocessore usato ed é possibile solo se il file di definizione é correttamente presente, come descritto al punto D3A1.

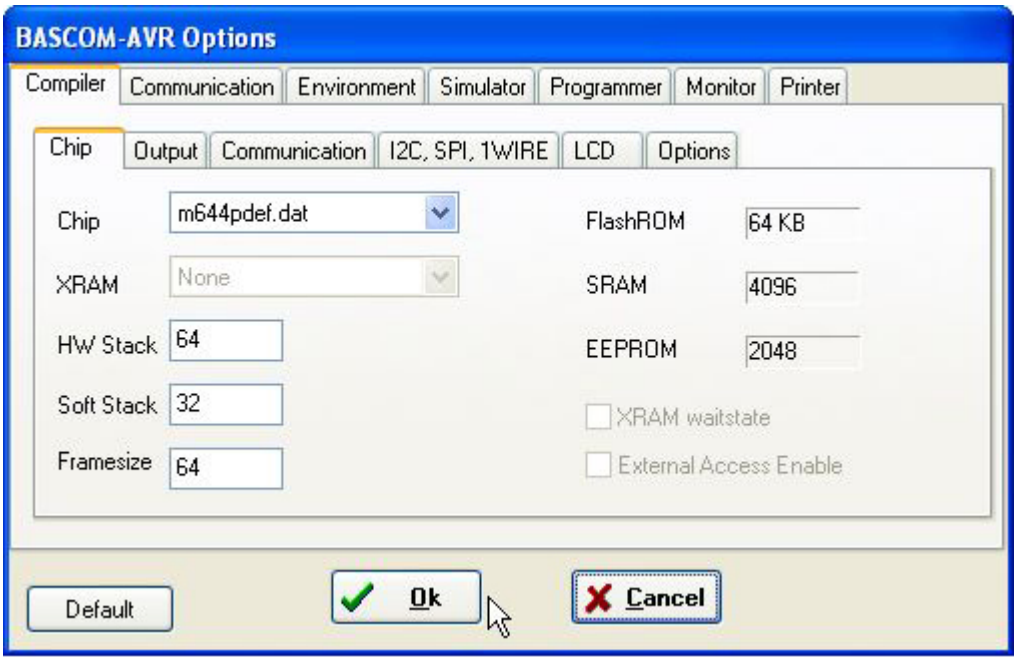


FIGURA 31: CONFIGURAZIONE COMPILATORE BASCOM AVR

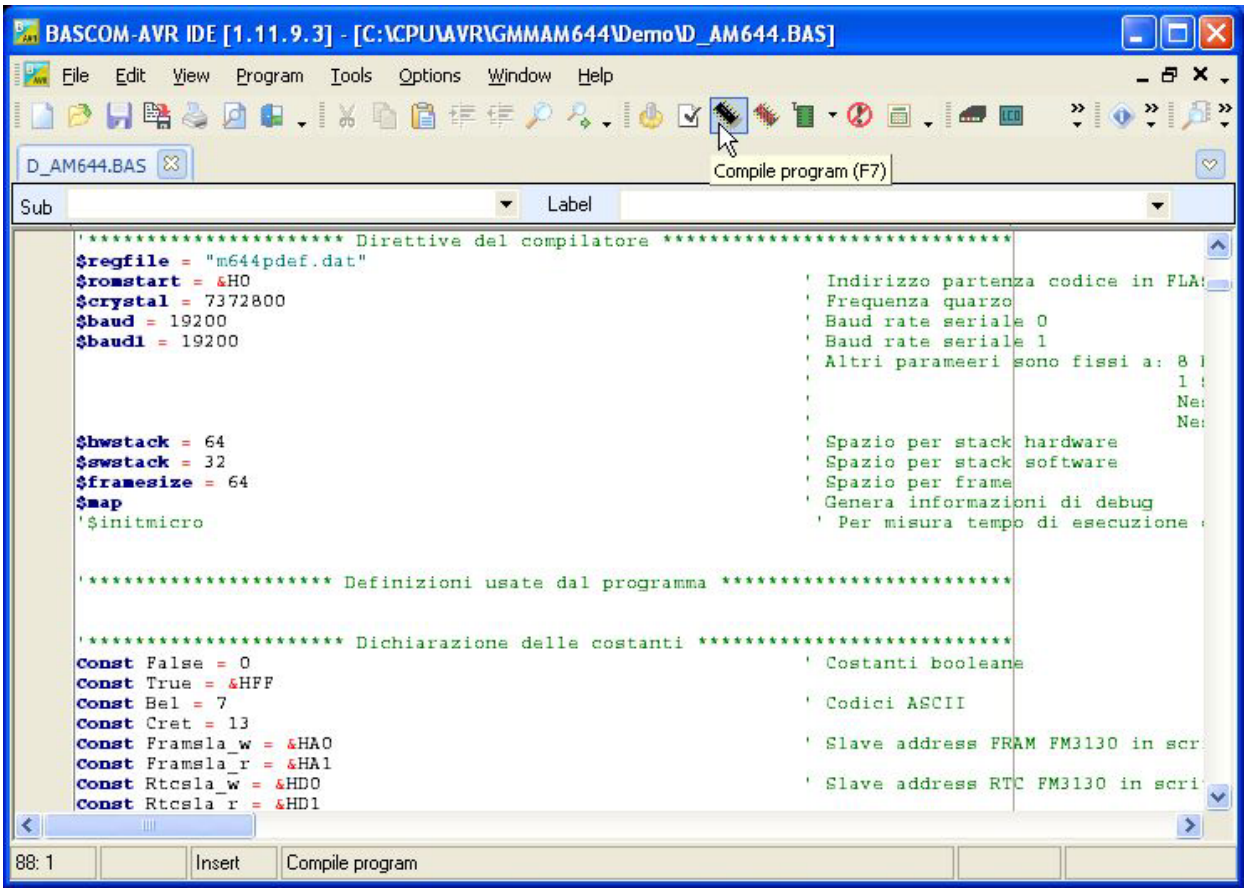


FIGURA 32: COMPILAZIONE CON BASCOM AVR

D3A4) Ricompilare il sorgente del programma demo con una semplice pressione del tasto rapido *F7*, oppure selezionare il comando *Program* | *Compile*, e verificare che non avvengano errori. In questo modo si deve ottenere il file .HEX, identico a quello presente sul disco **grifo®** e già usato nei punti C.
La compilazione impiega un tempo che dipende dal PC usato; in ogni caso si deve attendere il completamento di entrambe le passate opportunamente segnalate da una finestra di stato che compare durante la stessa compilazione. Ricordando che la seconda passata è molto veloce e può risultare non leggibile, al termine si deve verificare che non siano riportati errori nella parte bassa dell'IDE. In altre parole a compilazione ultimata si deve presentare una situazione simile a quella riportata nella precedente figura.

D3B) RICOMPILAZIONE CON ICC AVR

D3B1) Il pacchetto di sviluppo **ICC AVR** é un compilatore C completo di numerose funzionalità come un editor, un rappresentatore di dipendenze ad albero, un esecutore di programmi esterni, un gestore di progetti, un emulatore terminale, un generatore di codice per le periferiche interne, un aiuto in linea, ecc.
I seguenti passi illustrano le operazioni basilari per l'ambiente **ICC AVR** mentre per informazioni dettagliate sulle funzionalità descritte si rimanda alla documentazione fornita con il pacchetto.

D3B2) Eseguire l'**ICC AVR** ed una volta entrati nel suo IDE, caricare il file di progetto (con estensione .PRJ), tramite il menu *Project* | *Open....*:

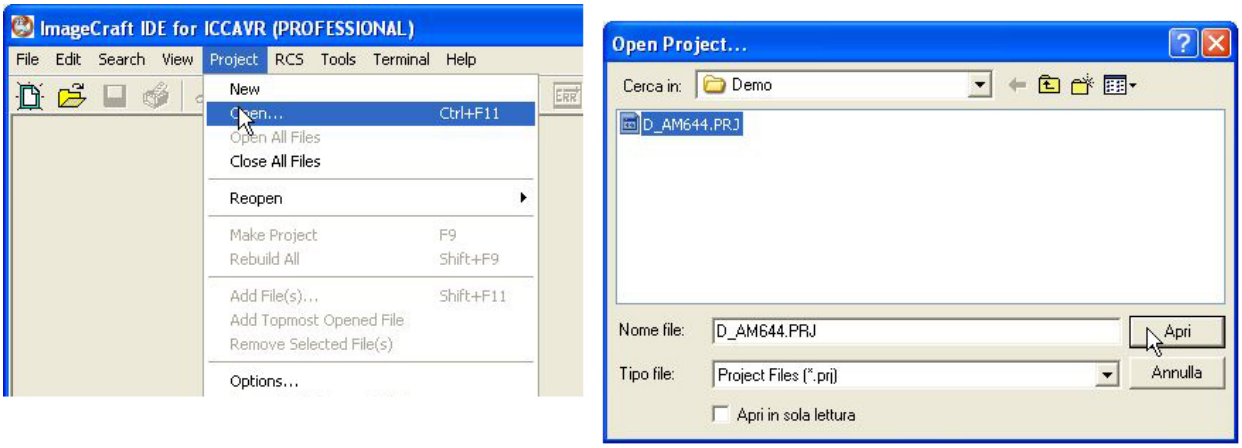


FIGURA 33: CARICAMENTO PROGETTO CON ICC AVR

D3B3) Nella gerarchia ad albero del progetto rappresentata nella finestra *Project* sulla destra, cliccare il nome del file sorgente (D_AM644.C nell'esempio) in modo da visualizzarlo nella finestra di editor sulla sinistra.

D3B4) Affinchè il compilatore **ICC AVR** generi il giusto codice per il microcontrollore montato sulla **GMM AM644** lo si deve configurare opportunamente. Tale configurazione avviene effettuando le impostazioni riportate nella figura seguente, sulla finestra *Compiler Options*, aperta tramite il menù *Project* | *Options....* Con il caricamento del progetto del punto D3B2, tali impostazioni devono essere già corrette ed una volta controllate è sufficiente chiudere la finestra con il pulsante *OK*.

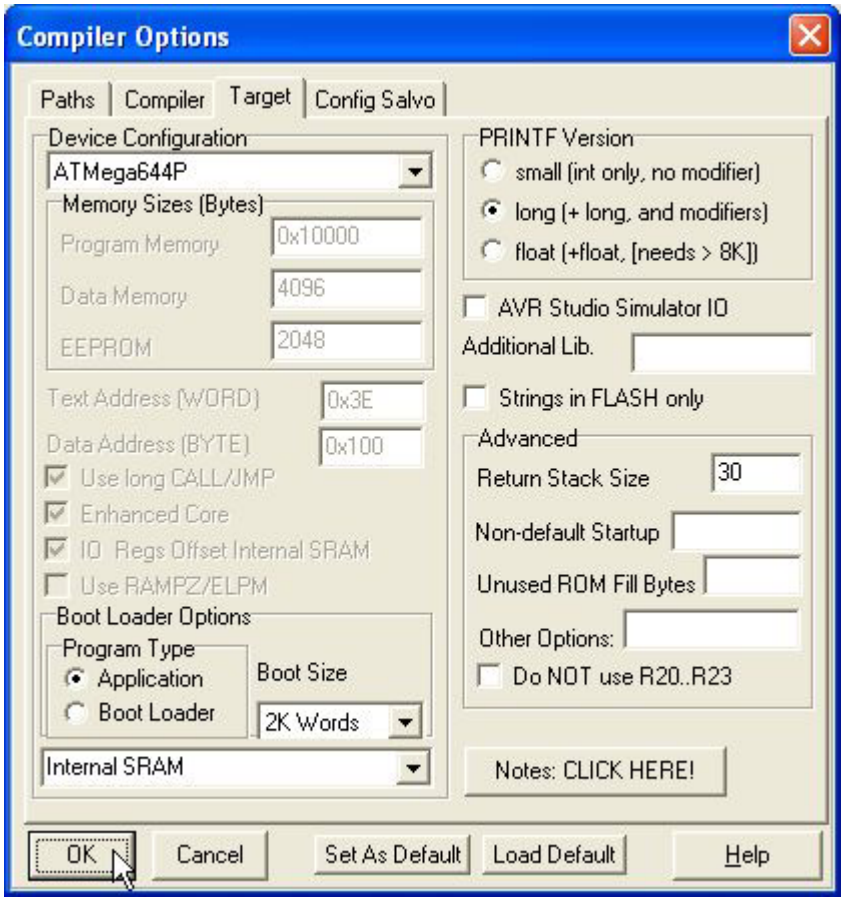


FIGURA 34: CONFIGURAZIONE COMPILATORE ICC AVR

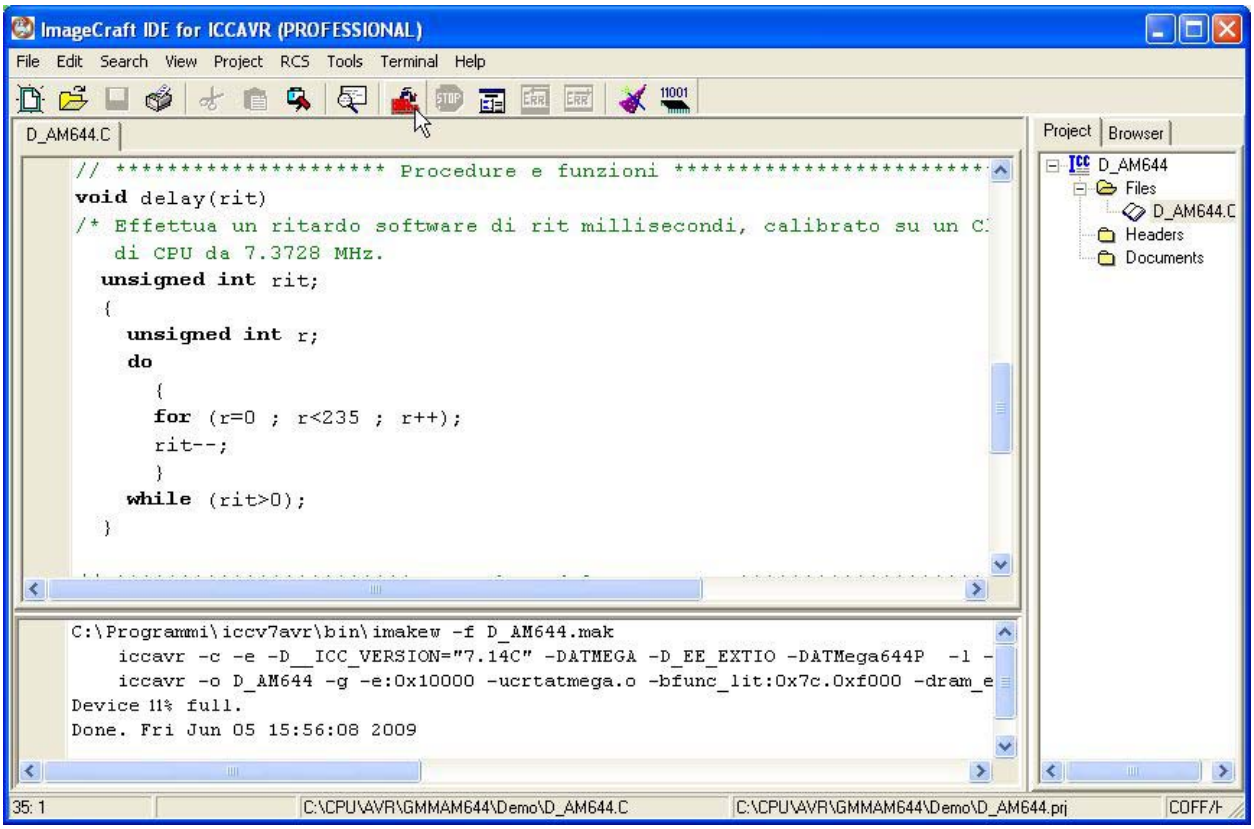


FIGURA 35: COMPILAZIONE CON ICC AVR

D3B5) A questo punto tutto é già predisposto e per creare il codice eseguibile del programma demo é sufficiente premere il pulsante *Build Project* oppure selezionare il menù *Project | Rebuild All*, verificando che non avvengano errori, come illustrato nella precedente figura.
Al termine della compilazione si ottiene il file .HEX, identico a quello presente sul disco **grifo®** e già usato nei punti C.

D4) Rieffettuare il salvataggio e la prova del file .HEX ottenuto dalla compilazione, ripetendo i punti C5÷C13.

D5) Se durante l'esecuzione dei passi sopra elencati si presenta un problema od un'anomalia si consiglia all'utente di rileggere e ripetere i passi con attenzione e qualora il malfunzionamento persista, di contattare direttamente la **grifo®**.
In caso di esecuzione corretta di tutte le fasi sopra descritte l'utente ha realizzato e salvato il suo primo programma applicativo coincidente con il demo del Mini Modulo **GMM AM644**.
A questo punto è possibile modificare il sorgente del programma demo in modo da soddisfare le richieste dell'applicazione da realizzare e ricompilarlo, riprogrammarlo e riprovarlo (passi da B1 a D4) in modo ciclico, fino a quando si ottiene la funzionalità desiderata.
In merito alle impostazioni dell'**AVR Bootloader grifo(r)** si ricorda che queste possono essere effettuate solo la prima volta infatti lo stesso programma mantiene gli ultimi settaggi utilizzati; in alternativa si può usare la modalità a linea di comando, che oltretutto può essere anche integrata nell'ambiente di sviluppo, in modo da velocizzare la fase di programmazione e prova del programma.
Raggiunto questo obiettivo si può concludere lo sviluppo, ovvero:

E) PREPARAZIONE DEFINITIVA DELL'APPLICAZIONE

E1) Scollegare il PC di sviluppo, a meno che non sia richiesto dall'applicazione realizzata. Ad ogni riaccensione o reset la **GMM AM644** eseguirà l'ultimo programma salvato in FLASH, ovvero il programma applicativo sviluppato e messo a punto, dall'utente.

AMBIENTI DI SVILUPPO

La scheda usufruisce di una ricca serie di strutture software che consentono di utilizzarne al meglio le caratteristiche e di sviluppare le applicazioni necessarie in un tempo veramente corto. In generale il Mini Modulo può sfruttare tutte le risorse software per il microprocessore montato, ovvero i numerosi pacchetti ideati per la famiglia **AVR**, sia ad alto che a basso livello. Tutti gli ambienti di sviluppo software forniti dalla **grifo®** sono sempre accompagnati da esempi che illustrano come gestire le sezioni della scheda, da una completa documentazione d'uso e da abbondanti commenti. Tra questi ricordiamo:

BASCOM AVR
Cross compilatore a basso costo per files sorgenti scritti in BASIC, disponibile in ambiente WINDOWS con un comodo IDE che mette a disposizione un editor, il compilatore ed un simulatore molto potente per il debugger del sorgente. Comprende molti modelli di memoria, svariati tipi di dati, librerie aggiuntive per simulare od interfacciare dispositivi intelligenti esterni (tastiere, display alfanumerici e grafici, lettori di badge, interfacce smart card, ecc.) e numerose istruzioni dedicate alle tipiche risorse hardware usate nell'automazione industriale. L'IDE é in grado di eseguire anche programmi esterni per la programmazione ISP ed include una completa modalità di emulazione terminale seriale. Il compilatore genera i file necessari all'**AVR Studio** per debuggare a livello sorgente.
Viene fornito su CD con la relativa manualistica tecnica e gli esempi d'uso.

DDS MICRO C AVR
E' un comodo pacchetto software, a basso costo, che tramite un completo IDE permette di utilizzare un editor, un compilatore C (integer), un assemblatore, un linker e un remote debugger abbinato ad un monitor.
Viene fornito per via telematica o su CD, con la relativa manualistica tecnica, alcuni esempi d'uso, i sorgenti delle librerie ed una serie di utility.

ICC AVR
Cross compilatore per files sorgenti scritti in ANSI C, disponibile in ambiente WINDOWS con un comodo IDE che mette a disposizione un editor, il compilatore un ottimizzatore ed un linker. Comprende molti modelli di memoria, svariati tipi di dati, le classiche librerie ANSI con i relativi sorgenti, gestione completa del floating point e numerose utilità come un application builder (generatore di codice per il microcontrollore usato), una calcolatrice per AVR, un completo gestore di progetto, un emulatore terminale seriale, ecc. Il compilatore si può integrare con il pacchetto **AVR Studio** con cui effettuare il debugger a livello sorgente dell'applicativo utente in C e con programmi esterni per la programmazione ISP.
Viene fornito su CD con la relativa manualistica tecnica e gli esempi d'uso.

FLOW CODE
E' un semplice ed intuitivo sistema per creare programmi di automazione con la conosciuta e diffusa tecnica dei diagrammi di flusso (flow chart). Include un editor grafico che consente di posizionare e collegare i componenti del diagarmma (input, output, controlli, cicli, gestione di periferiche hw, ecc) come su un foglio di carta e di defirne le proprietà, un efficiente compilatore che converte lo schema in codice eseguibile ed utilità per lo scaricamento di tale codice verso la scheda. Il tutto integrato in un comodo IDE per Windows.
Viene fornito sotto forma di CD che comprende esempi e documentazione d'uso.

AVR Studio

E' un ambiente di sviluppo per la famiglia AVR di microcontrollori in grado di gestire tutte le tipiche esigenze che si presentano durante l'uso degli stessi micro. In particolare consente di controllare l'esecuzione dei programmi applicativi tramite apposite interfaccie hw esterne oppure in simulazione su PC. Inoltre consente il debug sorgente sia alto livello (C, BASIC, ecc.) che assembly del codice eseguibile generato da pacchetti esterni (assemblatori, compilatori, ecc.) e si presenta con una serie di finestre che riportano le principali informazioni necessarie (come i registri, le memorie, le periferiche, le variabili) in modo da fornire all'utente il pieno controllo di ogni elemento.
In aggiunta alle potenzialità di verifica e correzione del codice, l'AVR Studio include numerose altre funzionalità come un editor, un assemlatore, un gestore di progetto, l'esecuzione di programmi esterni, una ricca documentazione in linea ed un interessante costruttore di applicativo (application builder). Quest'ultimo facilita la generazione del codice che inizializza ed usa le varie periferiche hardware (UART, SPI, Port, ADC, TWI, ecc) partendo da un'interfaccia grafica veloce ed intuitiva.
Infine l'**AVR Studio** si collega e gestisce numerose interfaccie hw prodotte dalla ATMEL, dedite sia alla programmazione ISP che al debug tramite JTAG; per ulteriori informazioni si veda l'APPENDICE D di questo manuale.
Viene fornito, completo di documentazione d'uso; su CD oppure é scaricabile gratuitamente dal sito ATMEL.

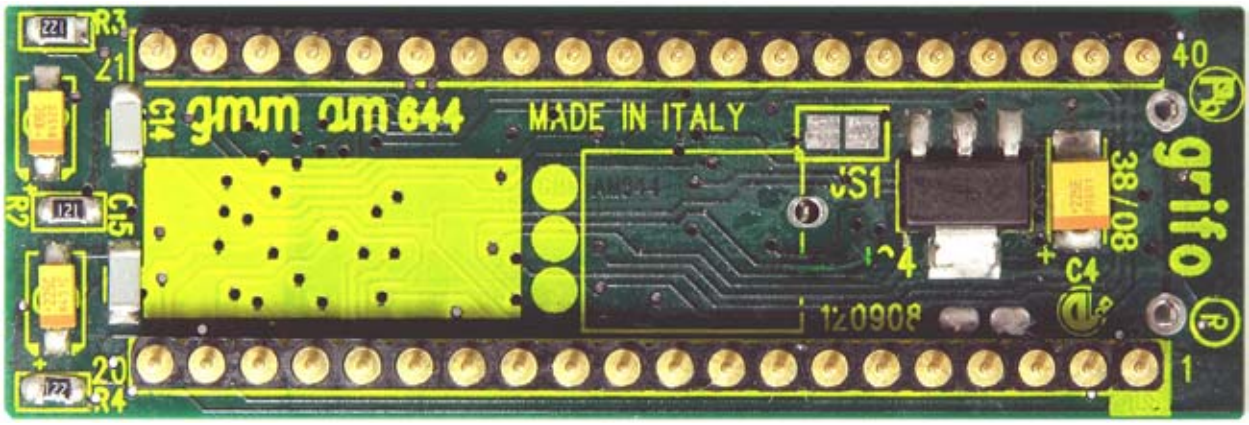


FIGURA 36: VISTA DAL BASSO

DESCRIZIONE SOFTWARE PERIFERICHE DI BORDO

Di seguito viene riportata una descrizione dettagliata della gestione software delle periferiche di bordo. Qualora le informazioni riportate fossero insufficienti fare riferimento direttamente alla documentazione tecnica della casa costruttrice del componente. In questo paragrafo inoltre non vengono descritte le sezioni che fanno parte del microcontrollore (Timer, Counter, Port I/O, A/D, SPI, TWI, USART seriali, Interrupt, Watchdog, ecc.); per la gestione di quest'ultime si faccia riferimento all'APPENDICE A di questo manuale.
Nei paragrafi successivi si usano le indicazioni **D0÷D7** e **.0÷7** per fare riferimento ai bits della combinazione utilizzata nelle operazioni di I/O.

INGRESSO DI CONFIGURAZIONE

Lo stato del jumper J2.4 della **GMM AM644** può essere accquisito via software, effettuando una semplice operazione di input dal relativo bit del Port D:

J2.4 -> PD7

Quando il jumper è in posizione 1-2 l'acquisizione restituisce lo stato logico 0, mentre quando il jumper è in posizione 2-3 o non è connesso, fornisce lo stato logico 1. Durante lo sviluppo del programma applicativo l'utente deve considerare che l'uso del jumper come ingresso di configurazione preclude l'uso delle funzioni alternative disponibili sul pin 37 del Mini Modulo. Quando queste funzionalià (linea di I/O PD7, PCINT31, OC2A, LED LD2) devono essere usate il J2.4 deve obbligatoriamente essere in posizione 2-3.
L'uso della stessa linea sia per l'acquisizione del jumper J2.4 che per il LED di segnalazione LD2, fà si che lo stato del jumper sia visualizzato anche dal LED. Riassumendo:

J2.4		LD2		PD7		Funzioni alternative
1-2	->	attivo	->	0	->	non disponibili
2-3	->	disattivo	->	1	->	disponibili

LEDS DI SEGNALAZIONE

I LEDs LD1 ed LD2 possono essere pilotati dal software ed il loro stato può essere definito mediante semplici operazioni sui relativi bits del Port D:

LD1 (verde) -> PD6
LD2 (rosso) -> PD7

Il pilotaggio è in logica negata, ovvero il LED si accende ponendo a 0 il corrispondente bit del Port D mentre si spegne ponendo ad 1 lo stesso bit.
Tutti i segnali del port PD vengono mantenuti alti in fase di reset od accensione, di conseguenza durante ed in seguito ad una di queste fasi, i LEDs sono disattivi.
Il jumper di configurazione J2.4 utilizza la stessa linea PD7 del LED LD2 e, come descritto nel paragrafo precedente, lo può mantenere attivo.

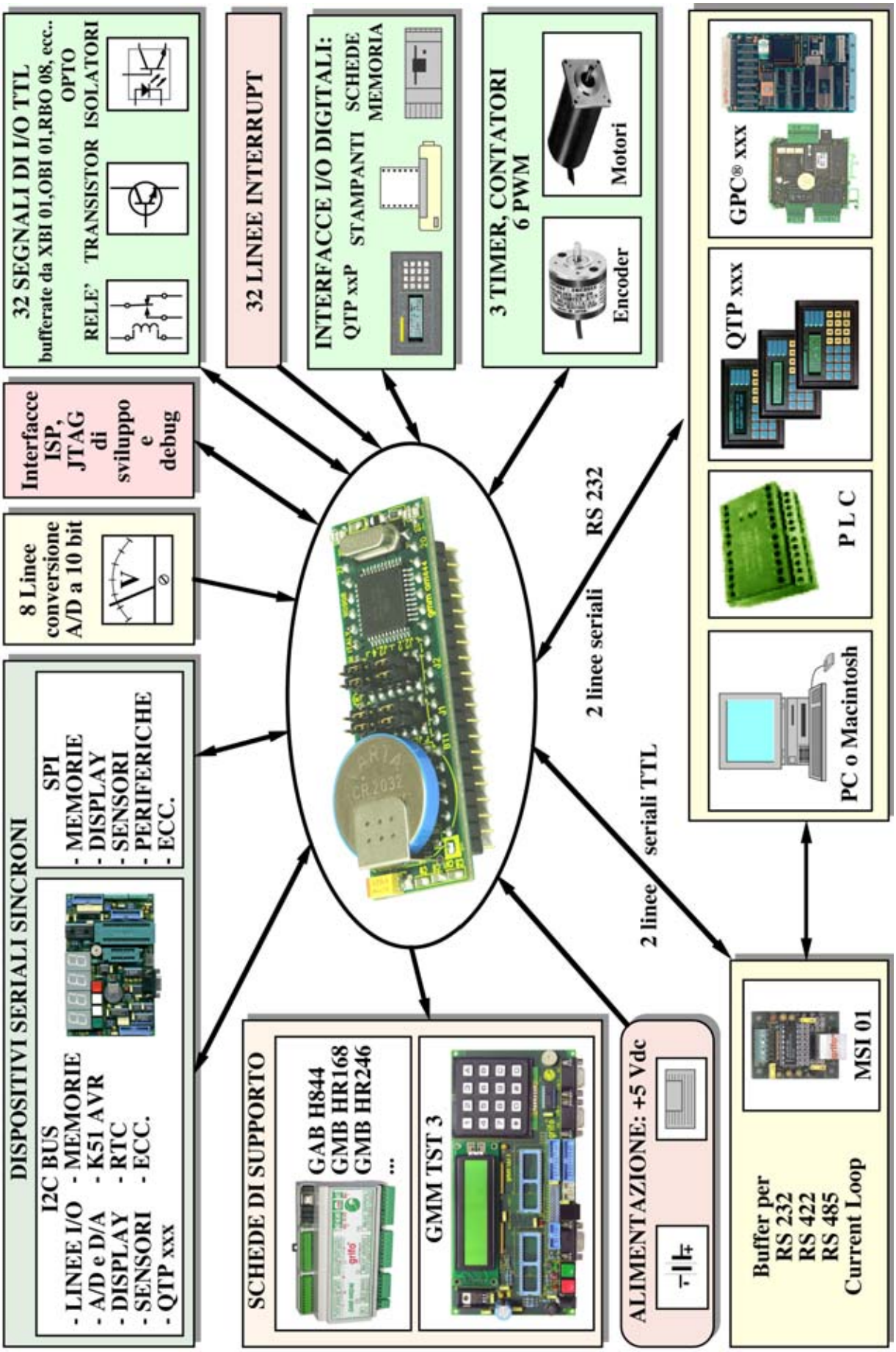


FIGURA 37: ESEMPI DI CONNESSIONE

SEGNALI MULTIFUNZIONE

Numerosi segnali presenti su CN1 possono essere utilizzati dall'utente con diverse funzionalità selezionabili via software dal programma applicativo sviluppato. Questa specializzazione dei segnali multiplexati avviene tramite appositi settaggi di registri interni, come descritto nella documentazione del microcontrollore. Ad esempio i piedini 16, 26÷29, 31÷33 possono operare come ingressi analogici (ADCn) oppure come I/O digitali (PAn) a seconda del settaggio del registro DIDR0. i piedini 12 e 13 possono operare I/O digitali (PC0 e PC1) oppure come segnali di comunicazione I2C BUS (SCL ed SDA), attivando opportunamente l'apposita periferica TWI; ecc.

ACCESSO ALLE MEMORIE

Sul Mini Modulo **GMM AM644** sono disponibili diversi tipi di memorie che possono essere gestite dal programma applicativo dell'utente, come indicato di seguito:

Memoria	*Allocazione*	*Accesso*	*Gestione*
64K bytes FLASH (*1)	Memoria programma	R W	Istruzioni lettura area programma Solo tramite programmazione ISP
256 bytes registri	Memoria dati	R/W	Istruzioni per registri interni sia ad indirizzamento normale che esteso
4K bytes SRAM	Memoria dati	R/W	Istruzioni per accesso ad area dati con tutte le possibilità di indirizzamento (diretto, indiretto, con offset, preincremento, postincremento, ecc.)
2K bytes EEPROM	Area dati dedicata	R/W	Tramite appositi registri di gestione
8K bytes FRAM	Esterna	R/W	Comunicazione in I2C BUS

(*1) Dei 64K Bytes di FLASH può essere riservata l'ultima sezione per il codice di Bootloader, fino ad una estensione massima di 8K Bytes. La **grifo®** fornisce una propria versione che usa solo gli ultimi 2K Bytes, lasciandone liberi 62K.

Le modalità di indirizzamento e le istruzioni di accesso alle memorie vengono spiegate nei manuali dei componenti, pertanto si prega di consultare questi ultimi o l'APPENDICE A di questo manuale. Questa conoscenza diventa necessaria quando il programma dell'utente é sviluppato in assembly, mentre utilizzando un ambiente di sviluppo ad alto livello il tutto avviene automaticamente e comodamente, ad esempio aggiungendo degli identificatori nella dichiarazione delle variabili, a seconda di dove devono essere allocate.
E' importante ricordare che gli ultimi 8 byte della EEPROM di bordo sono riservati per dati di calibrazione e non devono essere modificati. Sia il programma applicativo utente, che la gestione della EEPROM in ISP, devono salvaguardare questi bytes pena il malfunzionamento del Mini Modulo.
La meoria FRAM è in grado di mantenere i dati scritti anche in totale assenza di alimentazione (senza +Vdc POW e senza batteria di back up). Tale memoria è preferibile alla EEPROM in tutti i casi in cui si devono salvare e mantenere dati che variano frequentemente, infatti la FRAM non ha un numero limitato di scritture come invece ha l'EEPROM, ed é molto più veloce

RTC+FRAM

Il Mini Modulo **GMM AM644** dispone di un completo Real Time Clock in grado di gestire ore, minuti, secondi, giorno del mese, mese, anno, anno bisestile e giorno della settimana in modo completamente autonomo. L'orologio può essere alimentato dalla circuiteria di back up in modo da garantire la validità dei dati in ogni condizione operativa ed é completamente gestito via software. La sezione di RTC può inoltre gestire una linea d'interrupt che si attiva in corrispondenza di intervalli di tempo programmabili sempre via software, od al raggiungimento di un tempo prefissato. Tale linea prende il nome di /INTRTC, è collegata al piedino 11 di CN1 e se viene collegata ad una delle numerose linee d'interrupt del Mini Modulo può distogliere periodicamente il microcontrollore dalle normali operazioni oppure risvegliarlo dagli stati di basso consumo, fargli eseguire un processo in determinati momenti della giornata, ecc.
Oltre al RTC il componente FM3130, include anche 8K Bytes di FRAM (memoria RAM ferro-magnetica) con le caratteristiche descritte nel precedente paragrafo.
Per quanto riguarda la gestione del modulo di RTC+FRAM seriale, si faccia riferimento alla documentazione del componente. In questo manuale tecnico non viene riportata alcuna informazione software in quanto la modalità di gestione è articolata e prevede una conoscenza approfondita del componente e comunque l'utente può usare le apposite procedure ad alto livello fornite nel pacchetto di programmazione. In dettaglio si deve realizzare una comunicazione sincrona con il protocollo standard I2C BUS, tramite le apposite linee della periferica TWI interna al microcontrollore:

PC0 , PCINT16 , SCL (input/output)	->	linea CLOCK (SCL)
PC1 , PCINT17 , SDA (input/output)	->	linea DATI (SDA)

Si ricorda che il modulo RTC+FRAM occupa in maniera permanente gli slave address **A0H** e **D0H**, pertanto le applicazioni utente non possono collegare dispositivi con questi indirizzi I2C BUS.
Per completezza si riporta anche una informazione elettrica sull'RTC+FRAM della **GMM AM644**: le linee di comunicazione I2C BUS (SDA, SCL) sono collegate ad apposite resistenze da 4,7 KΩ di pull up verso la tensione di alimentazione a 3,3 Vdc, mentre il segnale d'interrupt (/INTRTC) non è dotato di pull up. In caso d'uso di questo segnale si deve provvedere a collegare un pull up esterno, ad esempio verso la tensione di alimentazione del Mini Modulo +Vdc POW.

BIBLIOGRAFIA

E' riportato di seguito, un elenco di manuali e note tecniche, a cui l'utente può fare riferimento per avere maggiori chiarimenti, sui vari componenti montati a bordo del Mini Modulo **GMM AM644**.

Documentazione tecnica ATMEL: *Data sheet ATmega644P/V*
Documentazione tecnica ATMEL: *Data sheet AVR Instruction Set*

Documentazione tecnica MAXIM: *True RS 232 Transceivers*

Manuale NATIONAL: *Low-Dropout Linear Regulator*

Manuale PHILIPS: *I2C-bus compatible ICs*

Documentazione tecnica RAMTRON: *FM3130 Integrated RTC/Alarm and 64Kb F-RAM*

Per reperire questi manuali fare riferimento alle case produttrici ed ai relativi distributori locali. In alternativa si possono ricercare le medesime informazioni o gli eventuali aggiornamenti nei siti internet delle case elencate.
Molti manuali in formato elettronico sono reperibili anche presso il nostro archivio di documentazione tecnica, come indicato in APPENDICE A.

APPENDICE A: DESCRIZIONE COMPONENTI DI BORDO

La **grifo®** fornisce un servizio di documentazione tecnica totalmente gratuito attraverso il proprio sito internet da cui possono essere scaricate le documentazioni tecniche complete dei componenti usati a bordo scheda. Si rimanda quindi l'utente a tali manuali, scaricabili dalla pagina "Servizio documentazione Tecnica", di cui in questo capitolo vengono riportate solo le prime pagine.

ATMEGA644P

Features

- High-performance, Low-power AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
  - 16/32/64K Bytes of In-System Self-programmable Flash program memory
  - 512B/1K/2K Bytes EEPROM
  - 1/2/4K Bytes Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/ 100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
    In-System Programming by On-chip Boot Program
    True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
  - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
  - Extensive On-chip Debug Support
  - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Six PWM Channels
  - 8-channel, 10-bit ADC
    Differential mode with selectable gain at 1x, 10x or 200x
  - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
  - Two Programmable Serial USART
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
  - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated RC Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
  - 32 Programmable I/O Lines
  - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, 44-pad VQFN/QFN/MLF (ATmega164P/324P/644P)
  - 44-pad DRQFN (ATmega164P)
- Operating Voltages
  - 1.8 - 5.5V for ATmega164P/324P/644PV
  - 2.7 - 5.5V for ATmega164P/324P/644P
- Speed Grades
  - ATmega164P/324P/644PV: 0 - 4MHz @ 1.8 - 5.5V, 0 - 10MHz @ 2.7 - 5.5V
  - ATmega164P/324P/644P: 0 - 10MHz @ 2.7 - 5.5V, 0 - 20MHz @ 4.5 - 5.5V
- Power Consumption at 1 MHz, 1.8V, 25°C for ATmega164P/324P/644P
  - Active: 0.4 mA
  - Power-down Mode: 0.1µA
  - Power-save Mode: 0.6µA (Including 32 kHz RTC)

ATMEL

8-bit AVR® Microcontroller with 16/32/64K Bytes In-System Programmable Flash

ATmega164P/V
ATmega324P/V
ATmega644P/V

Preliminary

8011K–AVR–09/08

ATMEL

FM3130

Integrated RTC/Alarm and 64Kb F-RAM

Features

High Integration Device Replaces Multiple Parts
- Serial Nonvolatile Memory
- Real-time Clock (RTC) with Alarm
- Clock Output (Programmable frequency)

64Kb Ferroelectric Nonvolatile RAM
- Internally Organized as 8Kx8
- Unlimited Read/Write Endurance
- 10 year Data Retention
- NoDelay™ Writes

Fast Two-wire Serial Interface
- Up to 1 MHz Maximum Bus Frequency
- Supports Legacy Timing for 100 kHz & 400 kHz
- RTC & F-RAM Controlled via 2-wire Interface

Real-time Clock/Calendar
- Backup Current under 1 µA
- Seconds through Centuries in BCD format
- Tracks Leap Years through 2099
- Uses Standard 32.768 kHz Crystal (12.5pF)
- Software Calibration
- Supports Battery or Capacitor Backup

Easy to Use Configurations
- Operates from 2.7 to 3.6V
- 8-pin "Green" SOIC (-G) and TDFN (-DG)
- Low Operating Current
- Industrial Temperature -40°C to +85°C

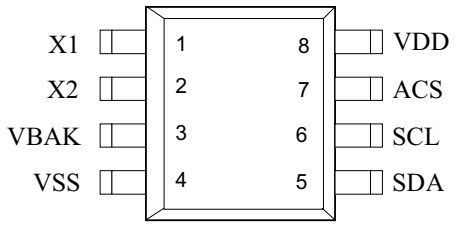
Description

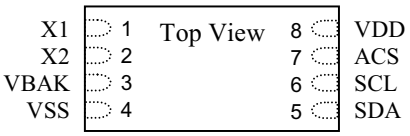
The FM3130 integrates a real-time clock (RTC) and F-RAM nonvolatile memory. The device operates from 2.7 to 3.6V.

The FM3130 provides nonvolatile F-RAM which features fast write speed and unlimited endurance. This allows the memory to serve as extra RAM for the system microcontroller or conventional nonvolatile storage. This memory is truly nonvolatile rather than battery backed.

The real-time clock (RTC) provides time and date information in BCD format. It can be permanently powered from external backup voltage source, either a battery or a capacitor. The timekeeper uses a common external 32.768 kHz crystal and provides a calibration mode that allows software adjustment of timekeeping accuracy.

Pin Configuration





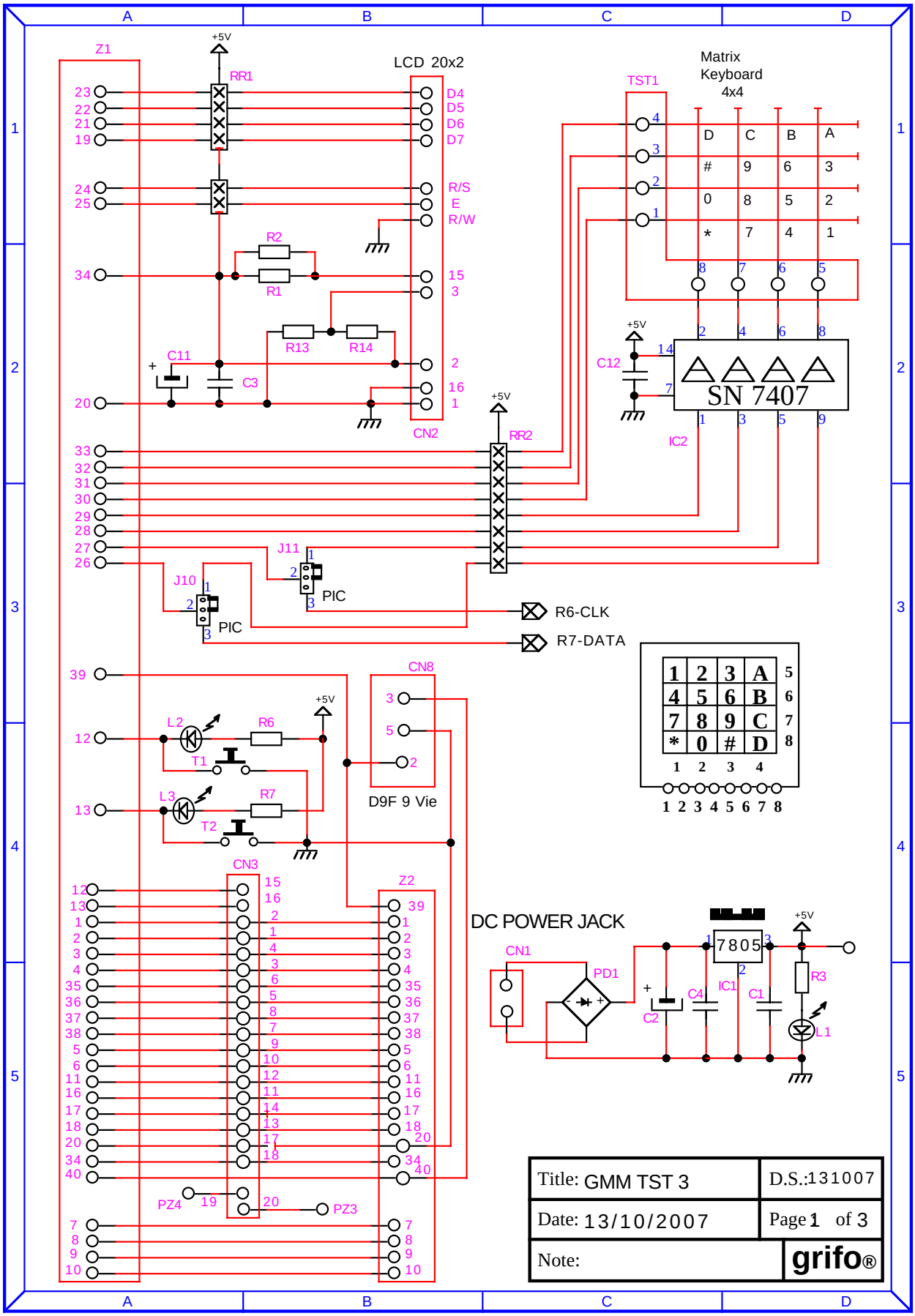
Pin Name	Function
X1, X2	Crystal Connections
ACS	Alarm/Calibration/SqWave
SDA	Serial Data
SCL	Serial Clock
VBAK	Battery-Backup Supply
VDD	Supply Voltage
VSS	Ground

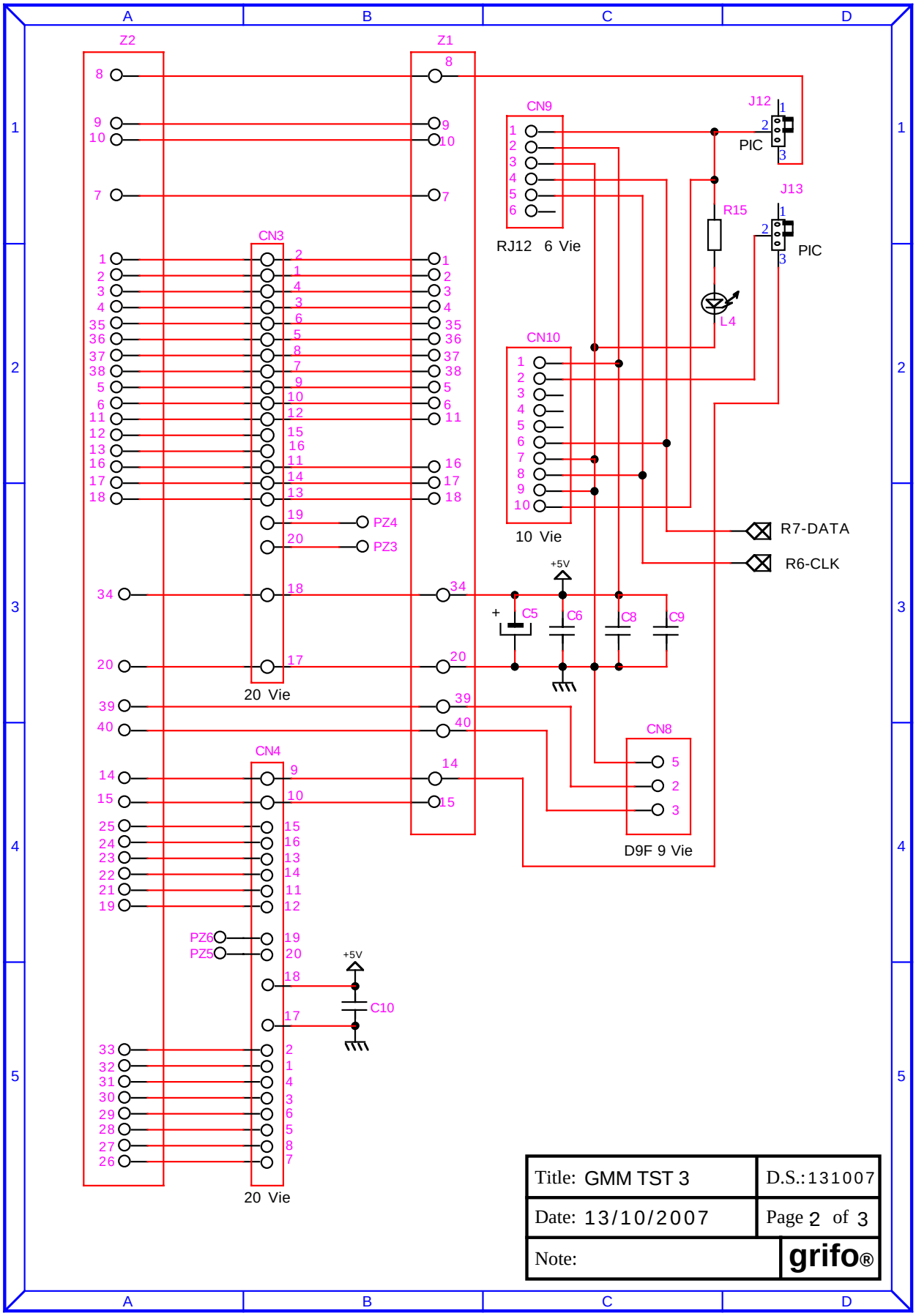
Ordering Information	
FM3130-G	"Green"/RoHS 8-pin SOIC
FM3130-DG	"Green"/RoHS 8-pin TDFN

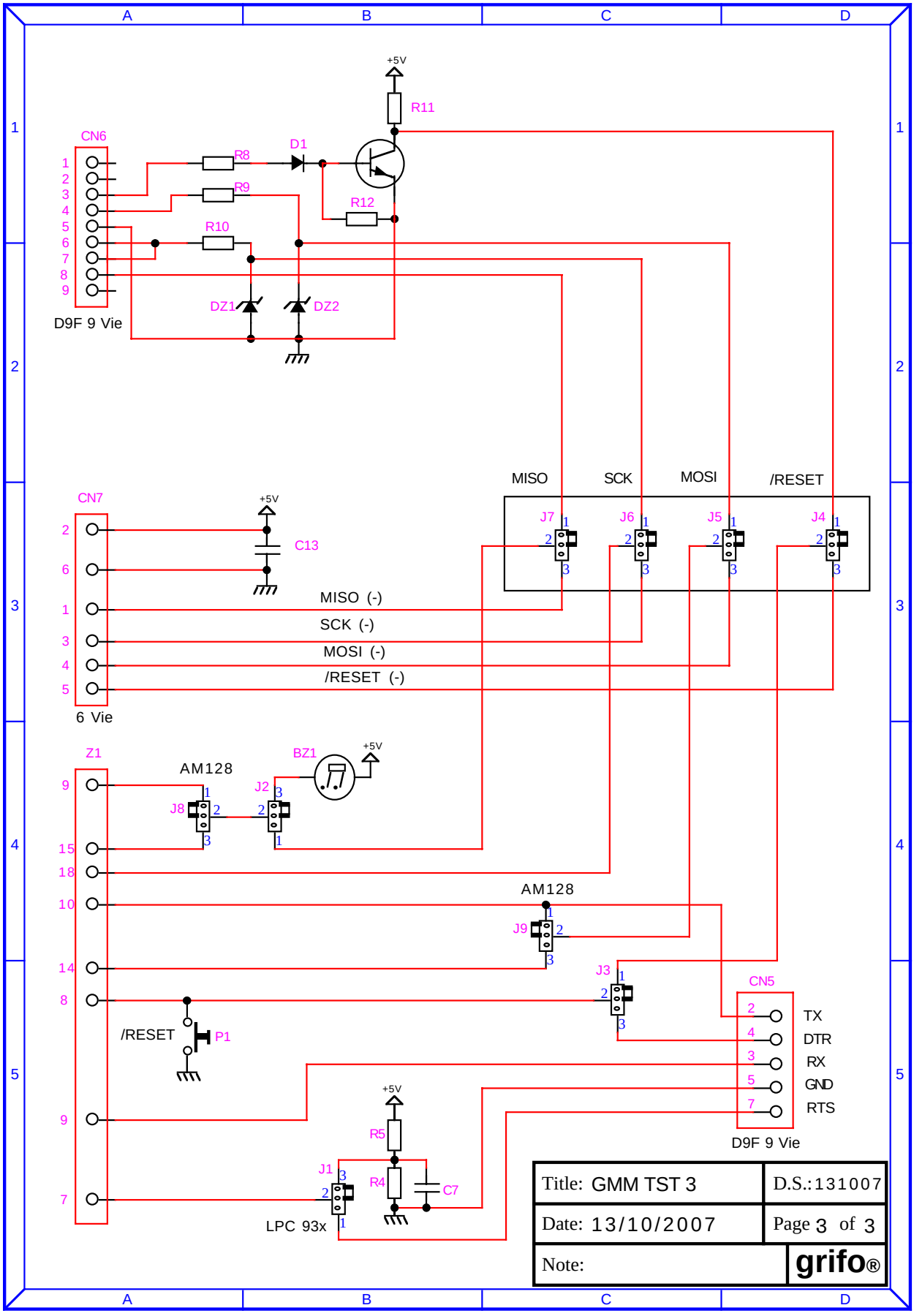
This product conforms to specifications per the terms of the Ramtron standard warranty. The product has completed Ramtron's internal qualification testing and has reached production status.

Ramtron International Corporation
1850 Ramtron Drive, Colorado Springs, CO 80921
(800) 545-FRAM, (719) 481-7000
http://www.ramtron.com

APPENDICE B: SCHEMA ELETTRICO GMM TST 3




A
B
C
D
Z2
Z1
CN9
RJ12 6 Vie
J12
PIC
J13
PIC
R15
L4
CN10
10 Vie
R7-DATA
R6-CLK
CN3
20 Vie
PZ4
PZ3
+5V
C5
C6
C8
C9
CN8
D9F 9 Vie
CN4
20 Vie
PZ6
PZ5
C10
Title: GMM TST 3
D.S.:131007
Date: 13/10/2007
Page 2 of 3
Note:
grifo®


A
B
C
D
1
2
3
4
5
+5V
R11
CN6
R8
D1
R9
R12
R10
DZ1
DZ2
D9F 9 Vie
MISO
SCK
MOSI
/RESET
CN7
C13
J7
J6
J5
J4
MISO (-)
SCK (-)
MOSI (-)
/RESET (-)
6 Vie
Z1
AM128
BZ1
J8
J2
J9
J3
CN5
TX
DTR
RX
GND
RTS
D9F 9 Vie
/RESET
P1
R5
R4
C7
J1
LPC 93x
Title: GMM TST 3
D.S.:131007
Date: 13/10/2007
Page 3 of 3
Note:
grifo®

APPENDICE C: CONFIG. BASE, OPZIONI, ACCESSORI

In corrispondenza di un primo acquisto o di una eventuale riparazione, la **GMM AM644** viene fornita nella sua configurazione base. Alcune caratteristiche di tale configurazione sono state descritte più volte in questo manuale (usando anche il nome configurazione di default) ed in questa appendice vengono riassunte, opportunamente raggruppate nella seguente tabella.

DISPOSITIVO	CONFIG.	FUNZIONE
J1.1 J1.2 J1.3	2-3	Configurano la linea seriale 0 su CN1, per lo standard elettrico RS 232
J1.4	2-3	Non collega la batteria al Litio di bordo alla circuiteria di back up del Real Time Clock.
J2.1 J2.2 J2.3	2-3	Configurano la linea seriale 1 su CN1, per lo standard elettrico RS 232
J2.4	2-3	Non collega il pin 37 del Mini Modulo lasciando il segnale PD7 del microcontrollore,ed il LED LD2, gestibili da utente.
JS1	Non connesso	Uso riservato
FLASH per Boot Loader	Firmware AVR Bootloader grifo(r)	Alla partenza consente di comunicare con un PC che esegue l'apposito software AVR Bootloader grifo(r) per gestire la programmazione ISP delle memorie FLASH ed EEPROM di bordo.
FLASH per utente	Programma demo	Effettua il lampeggia dei LED di segnalazione ed interagisce con una console sulla seriale RS 232 impostata a 19200 Baud, 8 bit x chr, Nessuna parità, 1 Stop bit, Nessun handshake.
EEPROM	Dati calibrazione	Gli ultimi 8 byte di questa memoria sono riservati per dati di calibrazione e non devono essere modificati. Sia il programma applicativo utente che la gestione ISP devono salvaguardare questi bytes, pena il malfunzionamento del Mini Modulo.
FRAM	Nessun dato	Nessuna locazione della FRAM non volatile é usata per funzioni particolari e rimane di conseguenza tutta a disposizione utente.
RTC	Nessun dato	La data, l'ora e la calibrazione del Real Time Clock non sono impostate.

FIGURA C1: TABELLA CONFIGURAZIONE BASE

La precedente tabella può essere ulteriormente ridotta indicando che il prodotto viene fornito calibrato, con tutte le linee di I/O sullo zoccolo libere e pronto per la comunicazione in RS 232 sulla linea seriale 0, con un protocollo fisico 19200, 8, No, 1, No.

La **GMM AM644** non ha opzioni che possono essere aggiunte in fase di ordine del modulo.
Come descritto nel capitolo SCHEDE DI SUPPORTO ci sono altre schede che sono in grado di alloggiare il Mini Modulo e di rendere immediatamente utilizzabili tutte le sue risorse.

APPENDICE D: PROGRAMMAZIONE ISP E JTAG

In questa appendice vengono date le istruzioni specifiche per poter programmare il Mini Modulo **GMM AM644** usando un'interfaccia ISP o JTAG esterna.
Tali metodi di programmazione sono alternativi a quello presentato nella sezione C del capitolo COME INIZIARE del manuale, e costituiscono un diverso modo per programmare le memorie interne del microcontrollore.
In generale ISP è l'acronimo di In System Programming, ovvero programmazione su sistema, ed indica la possibilità di programmare un componente quando è gia montato a bordo scheda, senza doverlo fisicamente togliere e rimettere sul sistema che lo usa.
In commercio esistono diversi programmatori ISP e JTAG per AVR e tutti hanno la caratteristica comune di collegare le omonime interfaccie del microcontrollore ad un PC con cui eseguire il processo di programmazione. Anche se fondamentalmente tutti questi programmatori sono molto simili, hanno inevitabili caratteristiche storico-commerciali che li differenzia; nei seguenti paragrafi sono riportate le informazioni essenziali per usare alcuni di questi in abbinamento alla **GMM AM644**. Qualora l'utente richieda maggiori informazioni sul programmatore scelto, le può cercare nella documentazione fornita con lo stesso prodotto.

AVR BOOTLOADER GRIFO(R)

L'**AVR Bootloader grifo(r)** coincide con una modalità ISP sviluppata dalla grifo® in grado di programmare la FLASH e la EEPROM della **GMM AM644**, tramite un collegamento seriale RS 232 tra Mini Modulo e PC. In questa appendice non viene descritto l'uso di questa modalità in quanto è già stata proposta nel capitolo COME INIZIARE: viceversa vengono riportate alcune informazioni aggiuntive utili al suo uso:

a) Tale modalità è composta da un firmware eseguito sul Mini Modulo ed un software eseguito su PC, che comunicano tramite una linea seriale sfruttando un apposito protocollo.
b) Il firmware dell'**AVR Bootloader grifo(r)** usa 2K Bytes di area programma, ovvero riserva un blocco alla fine della memoria FLASH pari ad 1K Word, che quindi non è più disponibile per il programma utente. Ne consegue che con questa modalità sono programmabili solo 62K Bytes dei 64K disponibili.
c) Le uniche altre risorse usate sono la linea seriale 0 (TX0 RS232 ed RX0 RS232) che però rimane a disposizione dell'utente, quando l'**AVR Bootloader grifo(r)** non è in esecuzione.
d) L'**AVR Bootloader grifo(r)** viene eseguito solo a seguito di un'accensione od un reset del Mini Modulo, se sul PC collegato è eseguito il software e se questo stà eseguendo la sincronizzazione. In altre parole nelle normali condizioni d'uso tale modalità non parte e viene altresì eseguito il programma applicativo utente.
e) I fusibili di configurazione, che tra l'altro abilitano il Bootloader stesso, ed i bit di protezioone non sono gestiti dall'**AVR Bootloader grifo(r)** e devono necessariamente essere programmati con altre modalità ISP.
f) L'**AVR Bootloader grifo(r)** può essere eseguito a linea di comando, in modo da consentire la sua integrazione negli IDE degli ambienti di sviluppo. La sintassi da utilizzare, completa delle possibili opzioni, è la seguente:

AVRBootloaderGrifo.exe /comx /f<file per FLASH> /e<file per EEPROM>

dove:

/comx	Porta seriale del PC usata per la comunicazione (COM1÷COM16).
/f<file per FLASH>	Opzione che specifica il nome, completo di percorso, del file HEX da scrivere nella memoria FLASH del microcontrollore (codice del programma applicativo).
/e<file per EEPROM>	Opzione che specifica il nome, completo di percorso, del file HEX da scrivere nella memoria EEPROM del microcontrollore (dati, parametri dell'applicativo).

Ad esempio la linea:

AVRBootloaderGrifo.exe /com2 /fC:\Progetti\ControlloMotori\Main.hex

apre una connessione sulla porta seriale *COM2* e programma il file *Main.hex* che si trova nella cartella *C:\Progetti\ControlloMotori*.

Grazie al lancio da linea di comando l'AVRBootloadergrifo(r) può essere facilmente integrato e lanciato da un IDE, in cui l'utente sviluppa il suo programma applicativo. In questo modo tutte le fasi dello sviluppo saranno gestite da un unico programma su PC che coincide con lo stesso IDE, con una notevole semplificazione e risparmio di tempo.

Ad esempio l'integrazione nel **BASCOM AVR**, avviene aprendo la finestra associata al menù *Options* | *Programmer* ed impostandola come illustrato nella seguente figura:

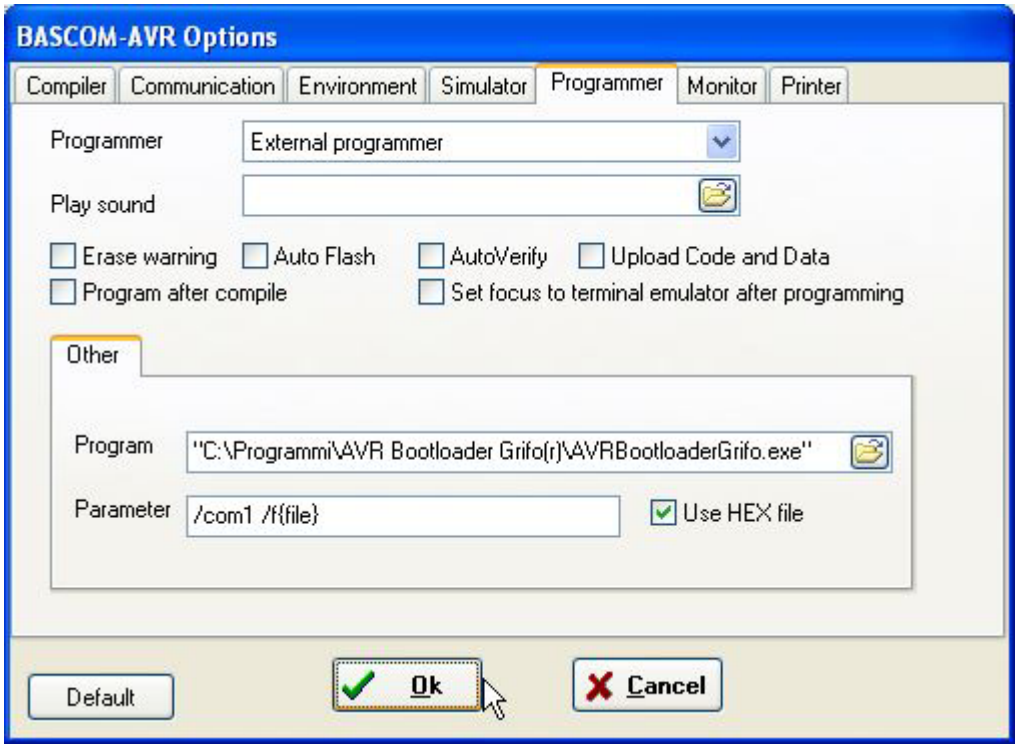


FIGURA D1: INTEGRAZIONE AVR BOOTLOADER GRIFO(R) IN BASCOM AVR

L'indicazione *{file}* ed *Use HEX file* della finestra istruiscono il **BASCOM AVR** ad usare automaticamente il file HEX con nome corrispondente al sorgente che l'utente stà sviluppando. Una volta confermate le impostazioni con il tasto *Ok* e compilato il programma utente in modo da generare il file HEX con il codice eseguibile (si veda capitolo COME INIZIARE), per programmare tale codice nel Mini Modulo è sufficiente selezionare l'opzione *Program* | *Send to chip* o premere il tasto rapido *F4*. Subito dopo l'**AVR Bootloader grifo(r)** parte ed esegue il suo lavoro, rappresentando una finestra ridotta che riassume le operazioni eseguite, come illustrato nella seguente figura.

FIGURA D2: ESECUZIONE AVR BOOTLOADER GRIFO(R) A LINEA DI COMANDO

AVRISP MK II

L'**AVR ISP mk II** coincide con un convertitore tra l'interfaccia ISP disponibile sui microcontrollori AVR e l'interfaccia USB presente sui PC, sviluppato dalla **ATMEL,** in grado di programmare la FLASH, la EEPROM, i fusibili di configurazione, ed i bits di protezione della **GMM AM644**. In questo paragrafo viene descritto l'uso di questa interfaccia e le sue caratteristiche di massima:

a) Installare il software di gestione **AVR Studio** sul PC. Tale software è presente sul CD fornito assieme all'**AVRISP mk II** oppure può essere scaricato dal sito **ATMEL**. Per l'installazione seguire le istruzioni presentate sul monitor.

b) Collegare l'**AVRISP mk II** ad una linea USB del PC, tramite l'apposito cavo in dotazione.

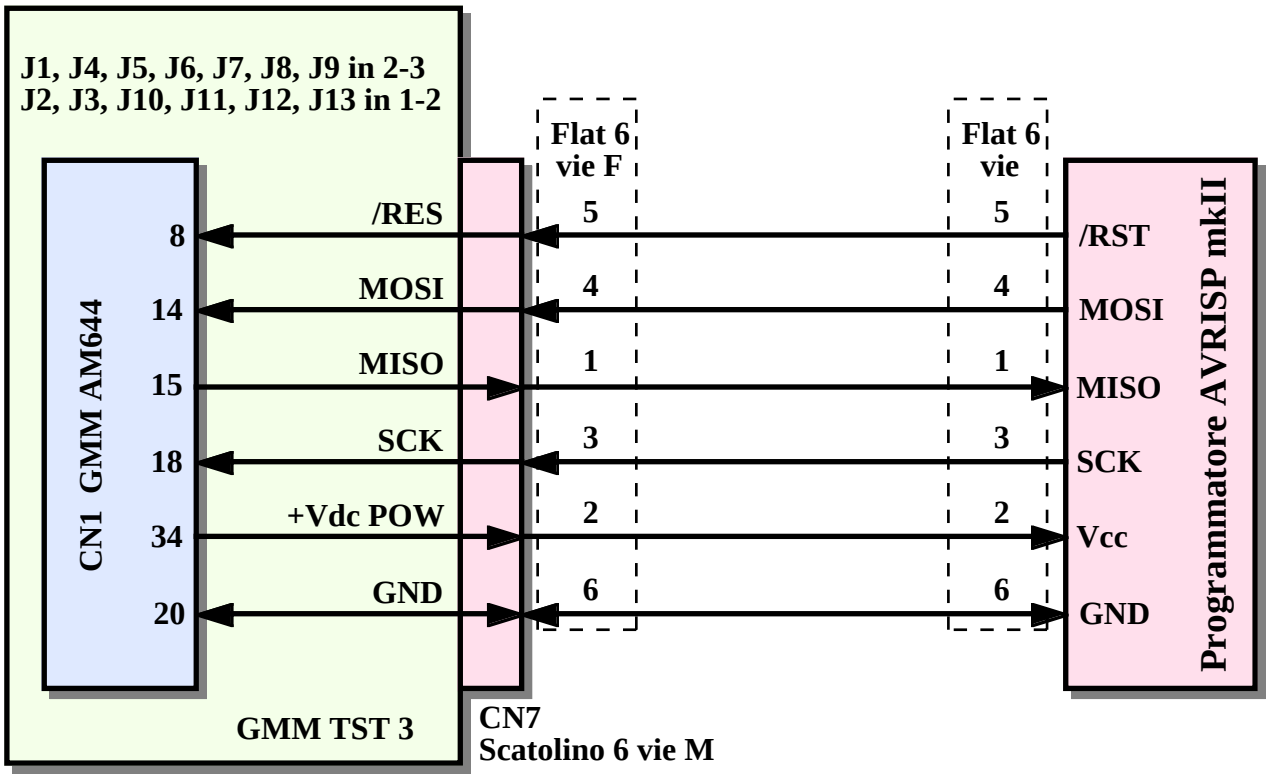


FIGURA D3: COLLEGAMENTO AVRISP MK II

c) Collegrae l'**AVRISP mk II** all'interfaccia ISP della **GMM AM644**, provvedendo a collegare i 6 segnali della stessa, come da precedente figura.
Qualora l'utente disponga della **GMM TST 3** il collegamento si riduce al flat cable a 6 vie dell'**AVRISP mk II** direttamente inserito nel connettre CN7 della scheda, come indicato in figura D4. Inoltre dovrà opportunamente configurare i jumpers della **GMM TST 3** come riportato in figura D3.

FIGURA D4: AVRISP MK II COLLEGATO A GMM TST 3

d) Come illustrato nella figura D3 l'interfaccia ISP usa 4 segnali del Mini Modulo e la sua alimentazione. Per questo, durante l'uso dell'**AVRISP mk II** i segnali collegati ai pin 8, 14, 15, 18 dello zoccolo, non possono essere usati dall'utente.

e) Fornire alimentazione al Mini Modulo e verificare che entrambi i LED dell'**AVRISP mk II** siano accesi e verdi.

f) Lanciare l'**AVR Studio** installato al punto a ed attendere che questo presenti la sua videata principale. Da ricordare che l'**AVR Studio** è un completo ambiente di sviluppo e dubug per tutti i microcontrollori AVR e che supporta numerose interfacce e funzionalità. Si invita quindi l'utente ad esaminare la sua documentazione per acquisirne la sufficiente conoscenza, mentre nei punti seguenti sono riassunte solo le operazioni per completare la programmazione ISP con **AVRISP mk II**.

g) Instaurare il collegamento con l'**AVRISP mk II** premendo l'icona con il chip AVR e la scritta *Con*; nella finestra *Select AVR Programmer* scegliere il programmatore, il collegamento *USB* e premere il pulsante *Connect*.

h) A questo punto si apre la finestra di gestione dell'**AVRISP mk II** che si compone di numerose sotto finestre. Ovviamente tali finestre possono essere configurate dall'utente a seconda delle sue esigenze e nei punti seguenti si propongono le impostazioni con cui programmare il demo della **GMM AM644**, usato nel capitolo COME INIZIARE.

i) Nella sotto finestra *Main* selezionare il microcontrollore *ATmega644P* una *ISP frequency: 125.0 KHz* e premere il pulsante *Read Signature* per verificare che il programmatore stia lavorando correttamente, come indicato in figura D5.

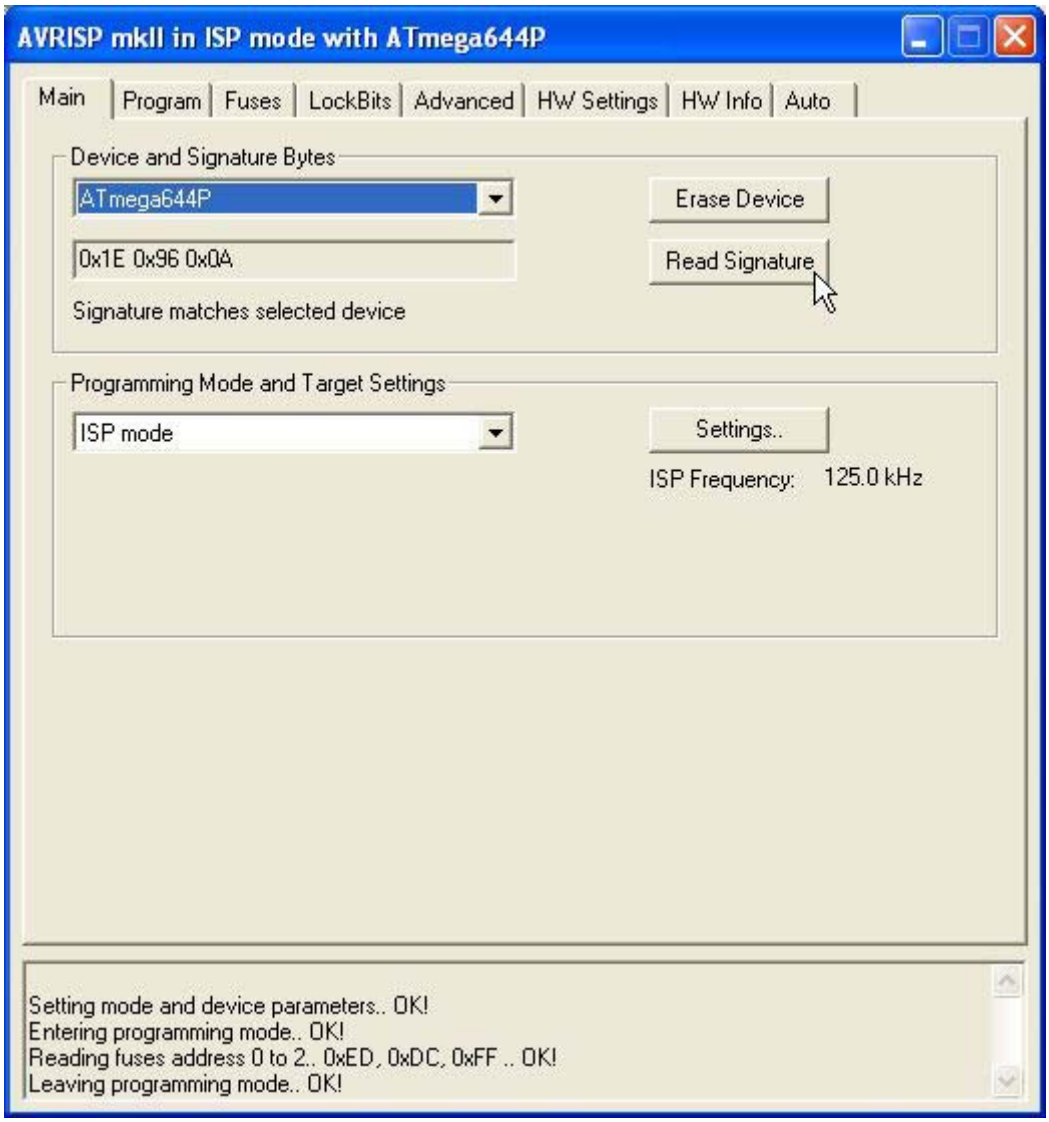


FIGURA D5: IMPOSTAZIONI AVR STUDIO PER AVRISP MK II (1 DI 4)

j) Nella sotto finestra *Program* effettuare le impostazioni riportate in figura D6 andando a selezionare il file HEX da programmare nella FLASH.

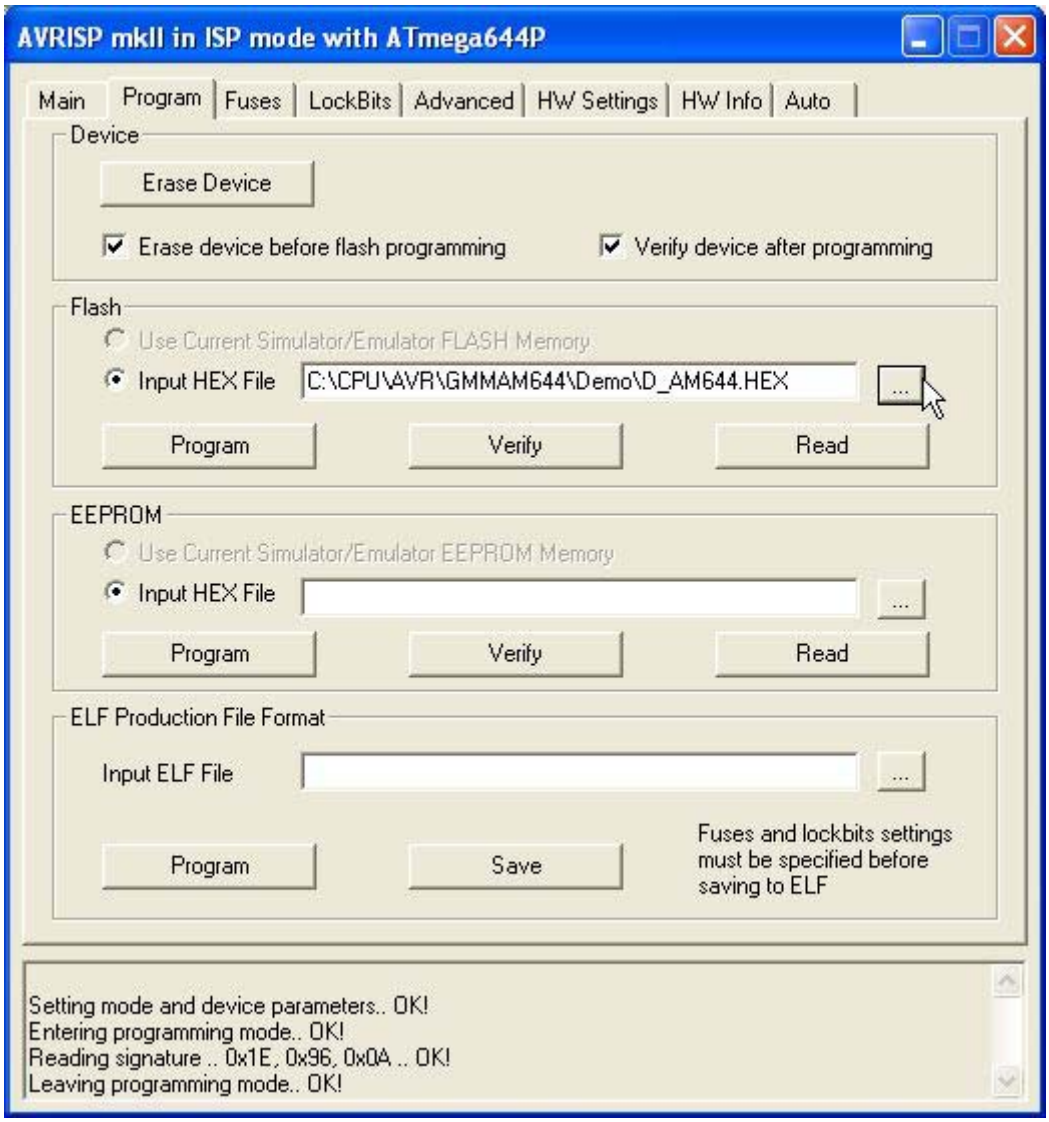


FIGURA D6: IMPOSTAZIONI AVR STUDIO PER AVRISP MK II (2 DI 4)

k) Nella sotto finestra *Fuses* impostare i fusibili di configurazione a seconda delle esigenze dell'applicazione utente. Si ricorda che tali fusibili influiscono sul funzionamento del Mini Modulo e devono essere impostati con estrema attenzione, pena il malfunzionamento dell'intero sistema. La figura D7 riporta la configurazione consigliata da **grifo®** per i demo della **GMM AM644**, mentre quella fornita di base, abilita il Bottloader con il fusibile *BOOTRST*.

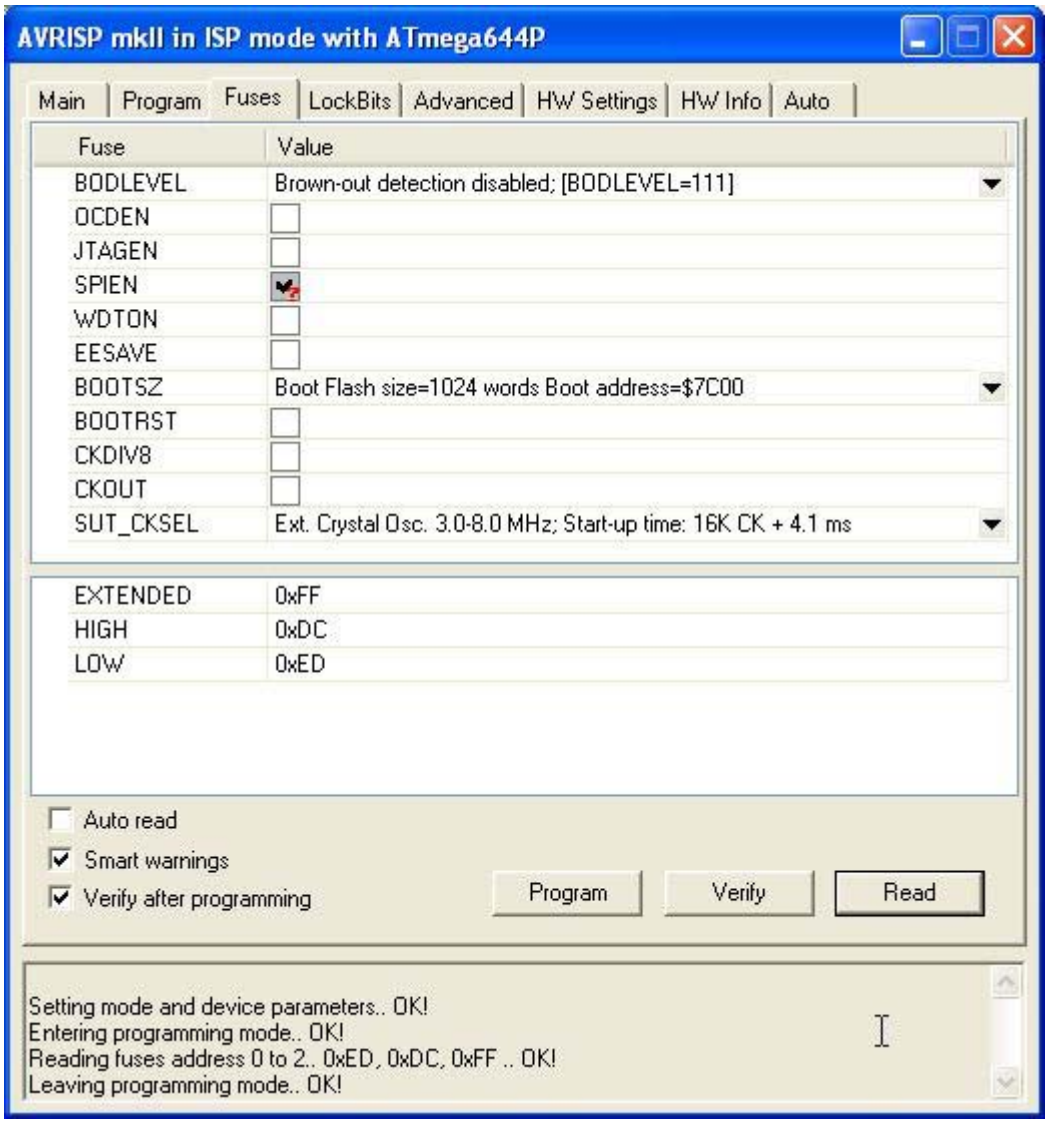


FIGURA D7: IMPOSTAZIONI AVR STUDIO PER AVRISP MK II (3 DI 4)

l) Nella sotto finestra *LockBits* impostare i bits di protezione a seconda delle esigenze dell'applicazione utente in termini di protezione. La figura D8 riporta una configurazione senza alcuna protezione, mentre quella fornita di base da **grifo®** protegge l'area della FLASH riservata per il Bootloader.

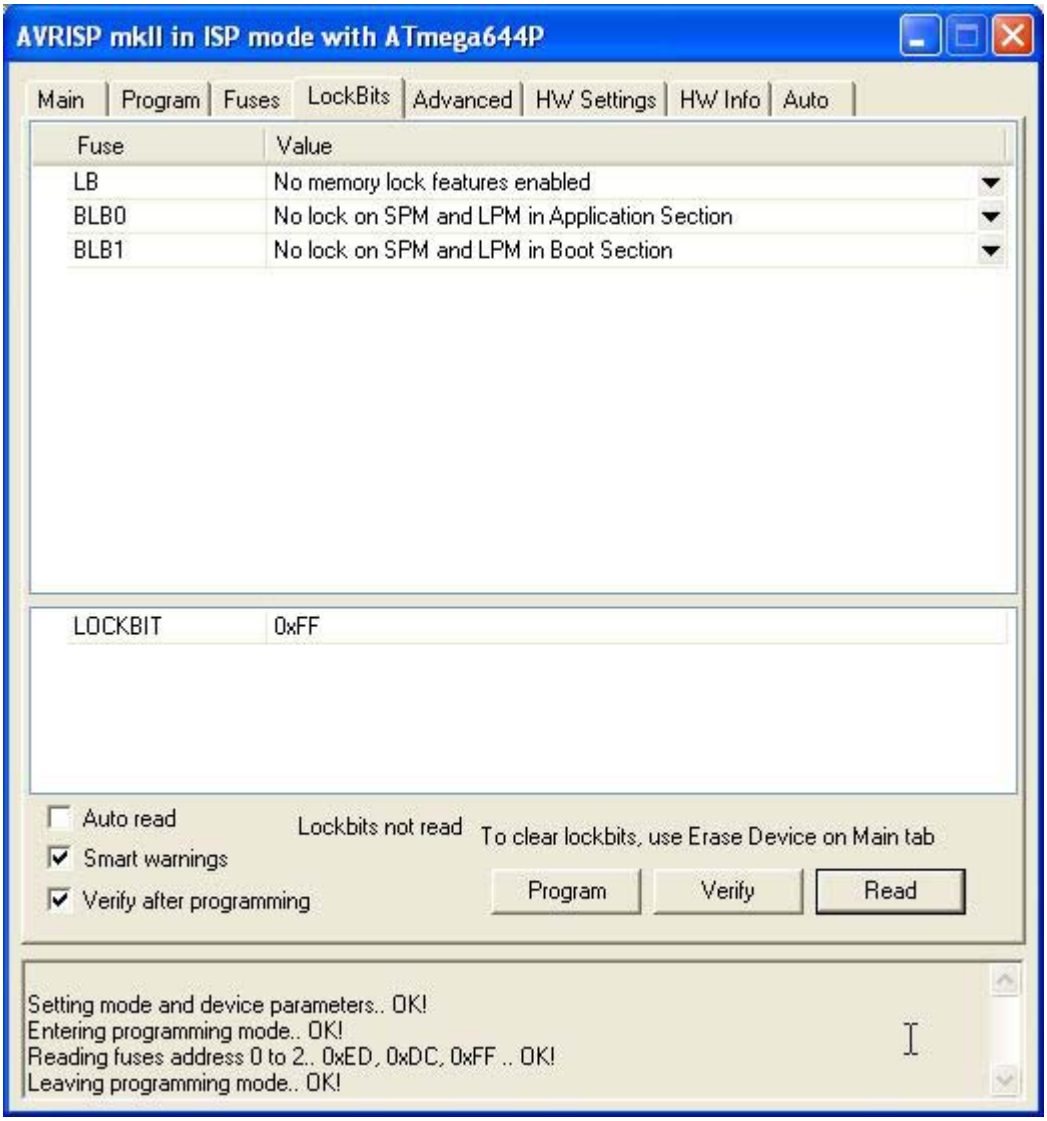


FIGURA D8: IMPOSTAZIONI AVR STUDIO PER AVRISP MK II (4 DI 4)

m) Nella sotto finestra *Auto* selezionare le operazioni da effettuare per la programmazione ISP con **AVRISP mk II**, ovvero cancellare il dispositivo, programmare e verificare la FLASH, programmare e verificare i fusibili, programmare e verificare i bits di protezione.
A questo punto è importante ricordare che procedendo con la programmazione ISP si perderà definitivamente tutto il precedente contenuto della FLASH e quindi anche l'**AVR Bootloader grifo(r)**. fornito con il Mini Modulo.
Avviare la programmazione premendo il pulsante *Start* e controllare che nella parte bassa della finestra tutte le operazioni procedano regolarmente, ovvero siano affiancate dall'indicazione *OK*, come mostrato in figura D9. Durante la programmazione il LED di stato dell'**AVRISP mk II** diventa rosso ed al termine, qualora non siano intervenuti errori, ridiventa verde.

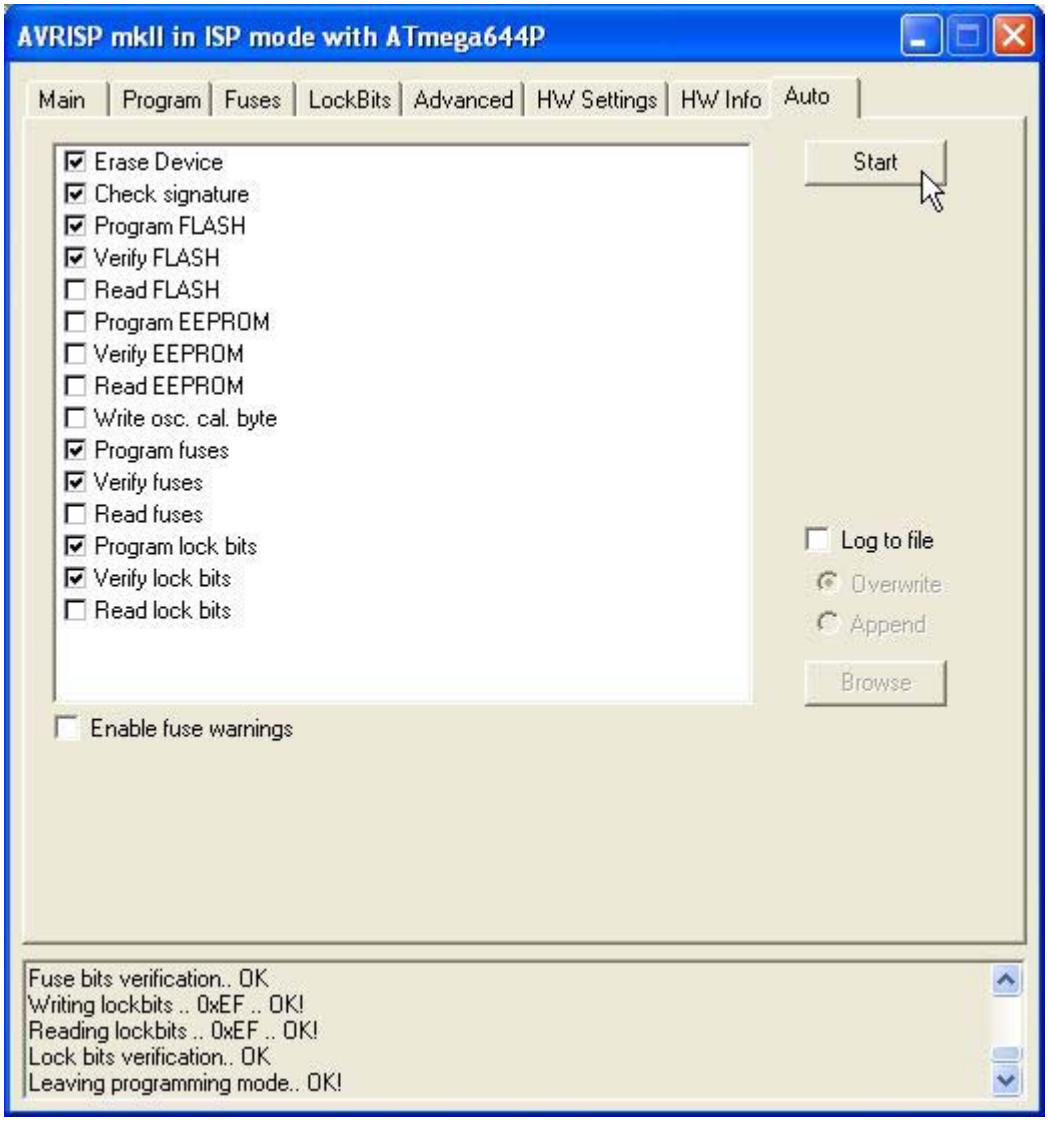


FIGURA D9: PROGRAMMAZIONE ISP CON AVRISP MK II

MP-AVR51/USB

L'**MP-AVR51/USB** coincide con un programmatore dedicato ai microcontrollori delle faliglie I51 ed AVR ed alcuni dispositivi di memoria, prodotto dalla **grifo®**. Il programmatore si collega al PC tramite una linea USB, dispone dell'interfaccia ISP di cui si parla in questa appendice ed è in grado di programmare la FLASH, la EEPROM, i fusibili di configurazione, ed i bits di protezione della **GMM AM644**. In questo paragrafo viene descritto l'uso di questo programmatore e le sue caratteristiche di massima:

a) Installare il software di gestione **PG4UW** sul PC. Tale software è presente sul CD fornito assieme all'**MP-AVR51/USB** oppure può essere scaricato gratuitamente dai siti della **grifo®**. Per l'installazione seguire le istruzioni presentate sul monitor e nella documentazione allegata.

b) Alimentare l'**MP-AVR51/USB** tramite l'apposito alimentatore fornito nella confezione.

c) Collegare l'**MP-AVR51/USB** ad una linea USB del PC, tramite l'apposito cavo in dotazione.

FIGURA D10: PROGRAMMATORE MP-AVR51/USB

d) Collegrae l'**MP-AVR51/USB** all'interfaccia ISP della **GMM AM644**, provvedendo a collegare i 6 segnali della stessa, come da seguente figura D11.
Qualora l'utente disponga della **GMM TST 3** il collegamento avverrà sul connettre CN7, interponendo un opportuno smista fili, che adatti i due connettori provvisti di un diverso pin out. Inoltre dovrà opportunamente configurare i jumpers della **GMM TST 3** come riportato nella figura seguente.

e) Come illustrato nella figura D11 l'interfaccia ISP usa 4 segnali del Mini Modulo e la sua alimentazione. Per questo, durante l'uso dell'**MP-AVR51/USB** i segnali collegati ai pin 8, 14, 15, 18 dello zoccolo, non possono essere usati dall'utente.

f) Lanciare il **PG4UW** installato al punto a ed attendere che questo presenti la sua videata principale. Da ricordare che il **PG4UW** è un completo programma di gestione per tutti i programmatori **grifo®** che supporta numerosi dispositivi, diverse opzioni e finestre. Si invita quindi l'utente ad esaminare la sua documentazione per acquisirne la sufficiente conoscenza. Ovviamente il programma può essere usato a seconda delle esigenze dell'utente, e nei punti seguenti si riassumono solo le operazioni, e le impostazioni, con cui completare la programmazione ISP del demo della **GMM AM644**, usato nel capitolo COME INIZIARE.

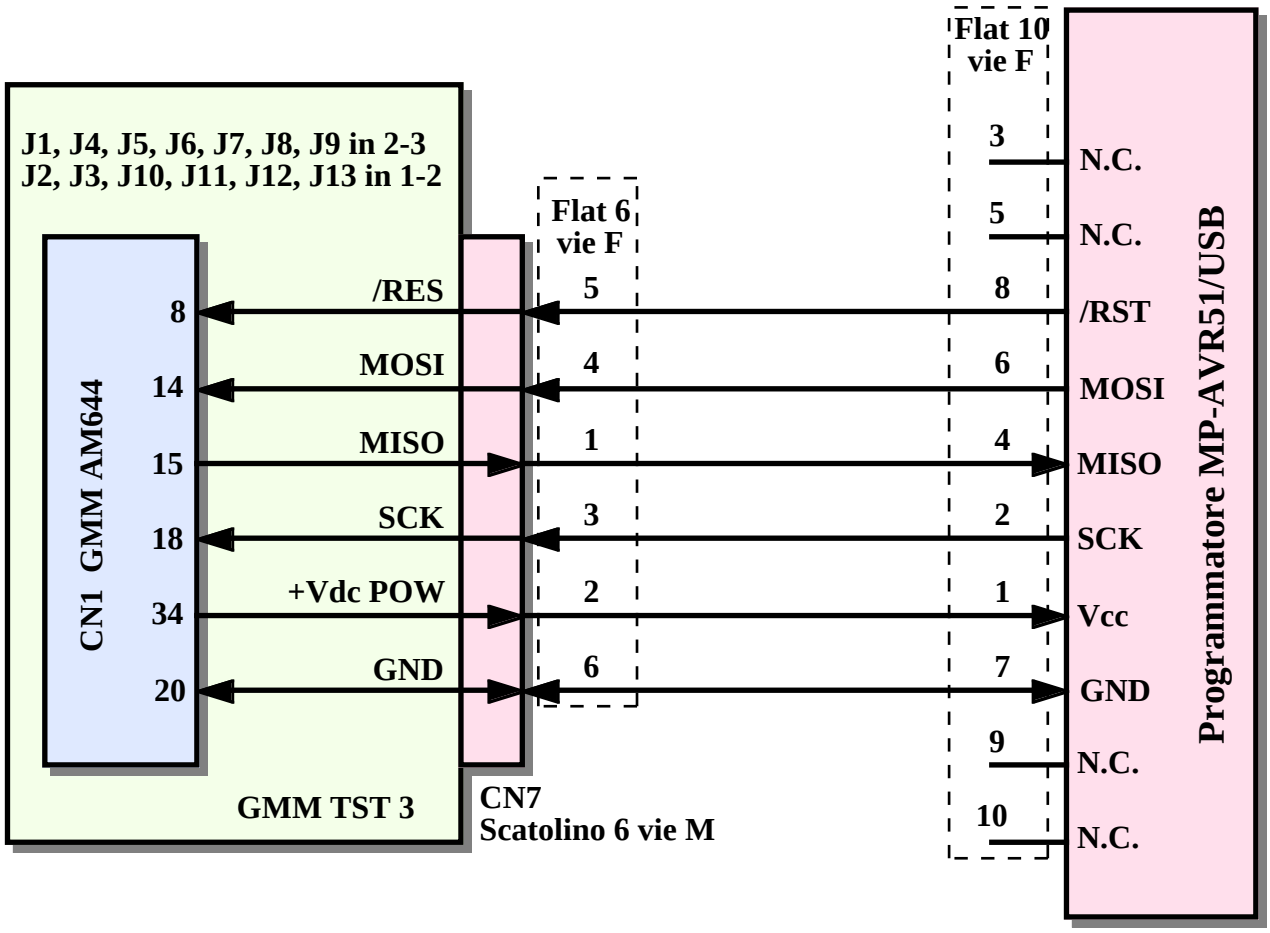


FIGURA D11: COLLEGAMENTO MP-AVR51/USB

g) Scegliere il menù *Componente* | *Scelta componente...* e selezionare il dispositivo da programmare, ovvero l'*ATmega644P* in modalità ISP, come indicato in figura D12.

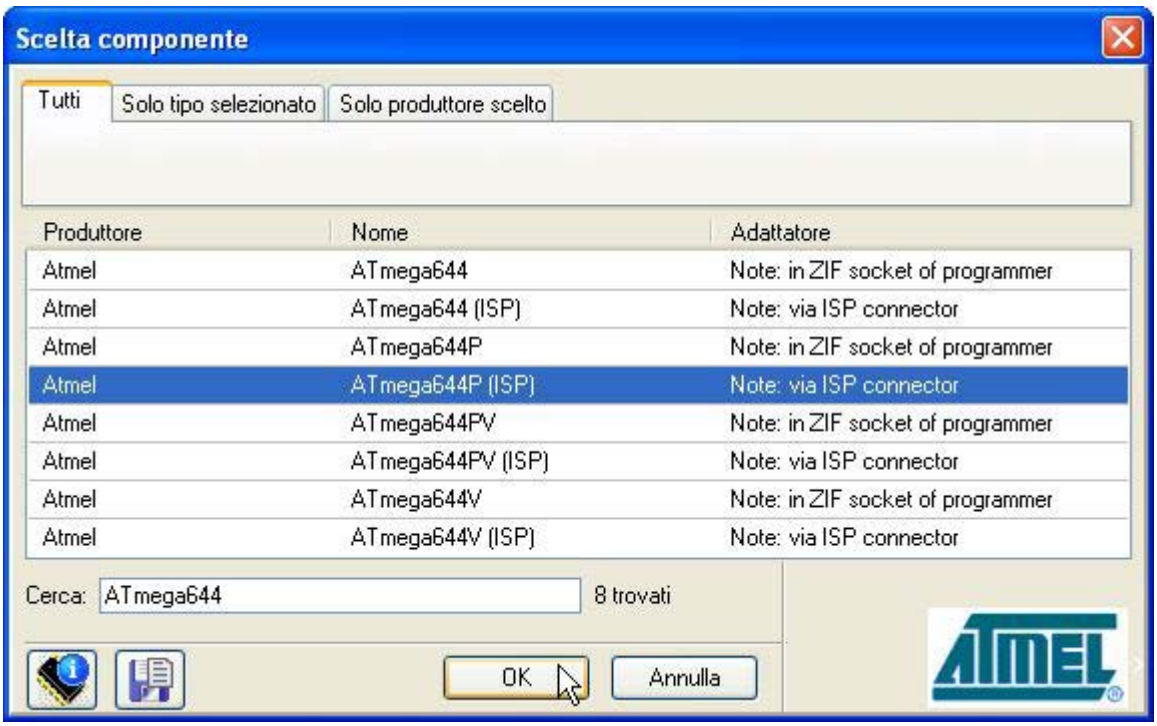


FIGURA D12: SCELTA COMPONENTE CON PG4UW

h) Caricare il file HEX da programmare nella FLASH tramite l'apposita finestra si dialogo aperta con il menù *File* | *Carica....*

i) Aprire la finestra di configurazione fusibili e bits di protezione premendo la coppia di tasti *Alt+S* oppure usando il collegamento, o l'icona, presenti sulla finestra principale del **PG4UW**. Nella finestra effettuare le impostazioni richieste dall'applicazione utente, ricordando che influiscono sul funzionamento del Mini Modulo e devono essere quindi impostate con estrema attenzione, pena il malfunzionamento dell'intero sistema. La figura D13 riporta una impostazione valida per il demo della scheda, senza protezioni, ma si ricorda che la configurazione base fornita da **grifo®** è diversa, in quanto è attivo il Bootloader in FLASH e la sua protezione.

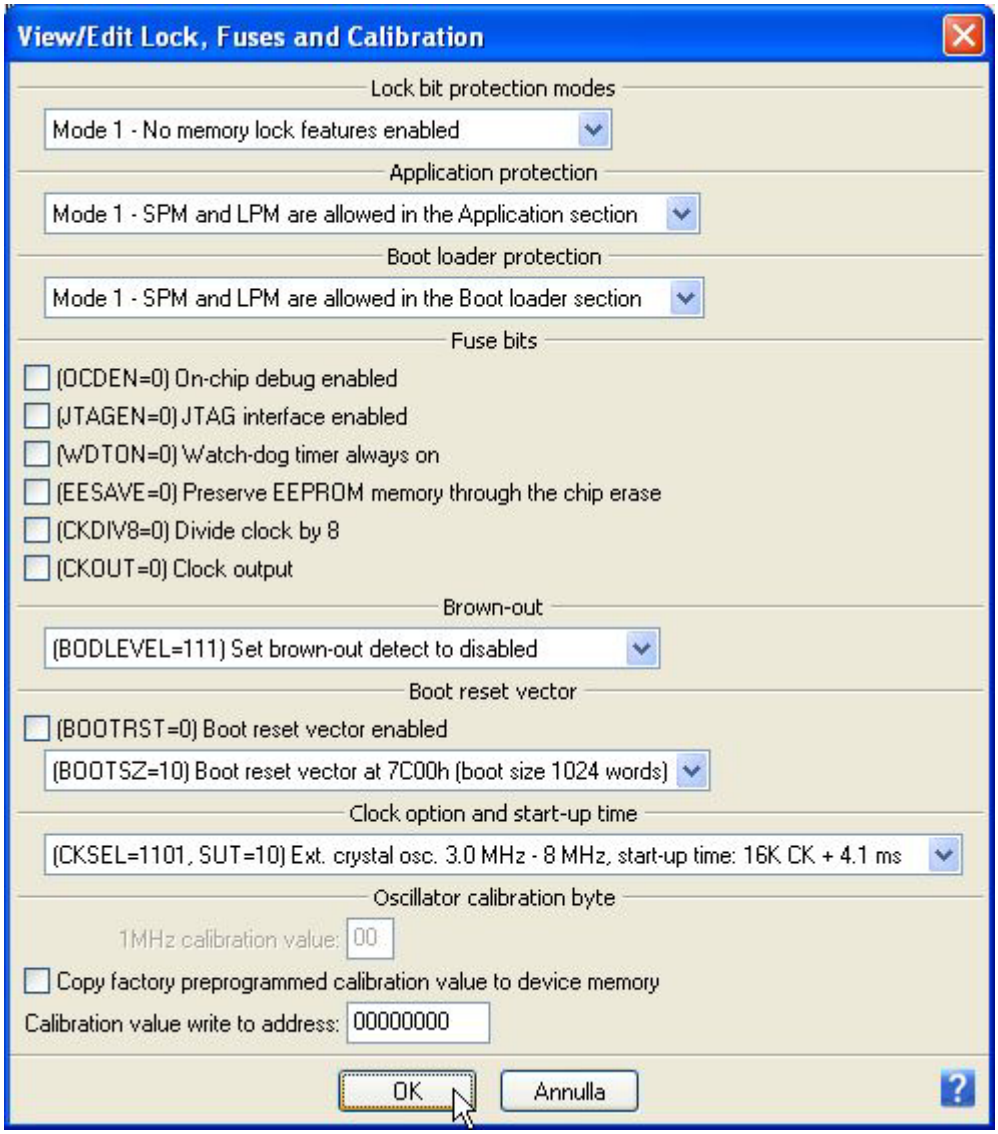


FIGURA D13: IMPOSTAZIONI FUSIBILI E PROTEZIONI CON PG4UW

j) Aprire la finestra delle opzioni operative con la coppia di tasti *Alt+O* oppure usando l'icona presente sulla finestra principale del **PG4UW**. Nella finestra effettuare le impostazioni richieste dall'applicazione utente, ricordando che influiscono sull'esito della programmazione ISP e sul funzionamento del Mini Modulo. La figura D14 riporta una impostazione valida per l'esecuzione del demo della scheda in cui cancella il dispositivo, programma e verifica la FLASH, programma e verifica i fusibili, programma e verifica i bits di protezione..

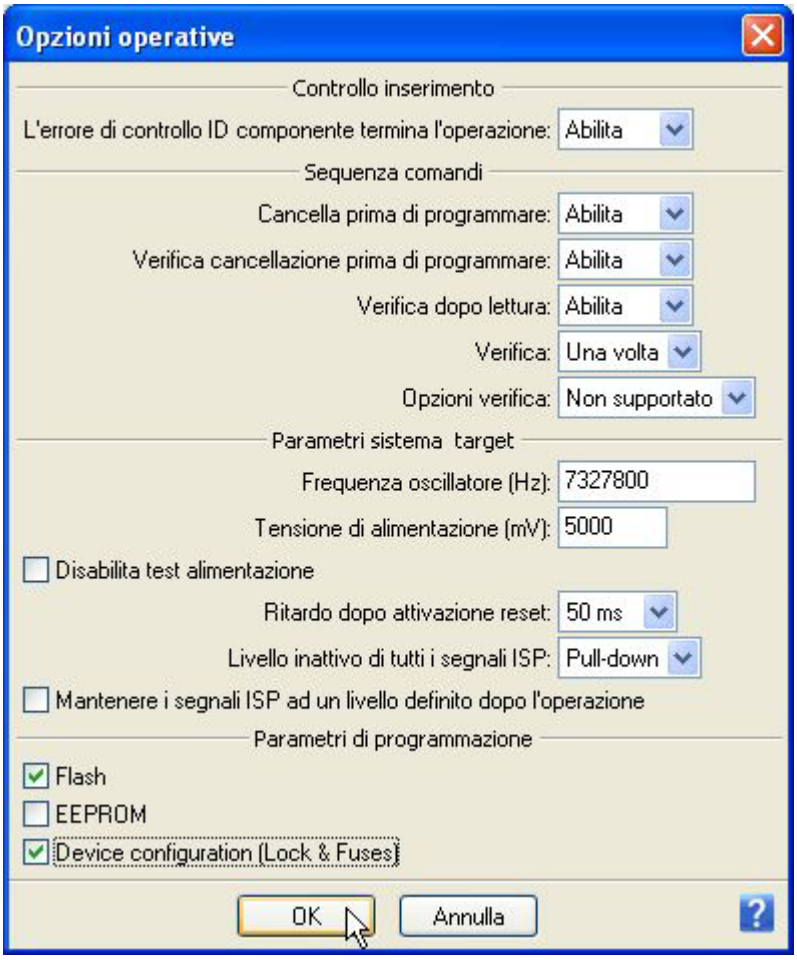


FIGURA D14: IMPOSTAZIONI OPZIONI OPERATIVE CON PG4UW

k) Fornire il comando di programmazione con il menù *Componente* | *Programma* od il tasto rapido *F9* o l'apposita icona. Subito dopo compare una finestra riepilogativa che riporta le impostazioni effettuate ai punti i e j in cui l'utente può controllare la correttezza delle stesse. A questo punto è importante ricordare che procedendo con la programmazione ISP si perderà definitivamente tutto il precedente contenuto della FLASH e quindi anche l'**AVR Bootloader grifo(r)**. fornito con il Mini Modulo.

l) Interrompere la programmazione premendo il pulsante *No* oppure confermarla con *Si*. In quest'ultimo caso compare una finestra che chiede di effettuare il collegamento ISP e fornire alimentazione al sistema.

m) Visto che il collegamento ISP era già stato effettuato al punto d, è sufficiente fornire alimentazione al Mini Modulo e premere il pulsante *OK*. A questo punto le operazioni impostate iniziano ed il loro avanzamento è testimoniato dalla finestra rappresentata sul PC. L'utente deve attendere il completamento di tutte le operazioni ed al termine verificare che non siano intervenuti errori. Durante la programmazione i LED rossi *BUSY* (sia sull'**MP-AVR51/ USB** che sulla finestra di programmazione) sono attivi ed al termine, qualora non siano intervenuti errori, si disattivano e si accendono quelli verdi *GOOD*.

n) A programmazione completata viene presentata una finestra che indica di togliere l'alimentazione al sistema, eliminare il collegamento ISP e chiede di ripetere la programmazione o no. L'utente può eseguire tali operazioni e premere il pulsante *No*.

FIGURA D15: PROGRAMMAZIONE ISP CON MP-AVR51/USB

JTAGICE MK II

Il Mini Modulo **GMM AM644** mette a disposizione l'interfaccia JTAG presente sul microcontrollore montato. Le potenzialità di questa interfaccia sono innumerevoli soprattutto nella fase di sviluppo e messa a punto del programma applicativo, infatti:

- permette di controllarne il funzionamento direttamente sull'applicazione mentre è in esecuzione;
- permette di esaminare lo stato del microcontrollore e delle sue periferiche;
- consente di inserire punti d'arresto (breakpoint) nel programma e/o di interrompere l'esecuzione in qualsiasi momento da PC;
- quando l'esecuzione è ferma può esaminare lo stato dei registri interni, delle memorie, delle variabili, ecc.;
- offre un pieno controllo sull'esecuzione del codice che difatti può essere un'istruzione alla volta, con o senza entrata nelle procedure, fino al cursore, ecc.;
- può programmare il codice nella FLASH del microcontrollore;
- è facilmente utilizzabile grazie alla sua interfaccia multifinestra a colori, disponibile su PC, che lo rendono intuitivo, comodo e veloce;
- quando il codice è generato da un compilatore ad alto livello in grado di generare i file simbolici, il programma può essere debuggato a livello sorgente: tutte le precedenti possibilità si applicano direttamente sul programma scritto in C o BASIC.

FIGURA D16: JTAGICE MK II

In altre parole l'interfaccia JTAG offre le stesse prestazioni di un In Circuit Emulator (ICE) hardware con indiscutibili semplificazioni d'uso e con le stesse riduzioni del tempo complessivo di sviluppo dell'applicativo finale.
Il **JTAGICE mk II**, sviluppato dalla **ATMEL,** coincide con un convertitore tra l'interfaccia JTAG disponibile sui microcontrollori AVR e l'interfaccia USB presente sui PC e può eseguire tutte le operazioni sopra elencate sulla **GMM AM644**. In questo paragrafo viene descritto l'uso di questa interfaccia e le sue caratteristiche di massima:

a) Installare il software di gestione **AVR Studio** sul PC. Tale software è presente sul CD fornito assieme al **JTAGICE mk II** oppure può essere scaricato dal sito **ATMEL**. Per l'installazione seguire le istruzioni presentate sul monitor.

b) Collegare il **JTAGICE mk II** ad una linea USB del PC, tramite l'apposito cavo in dotazione.

c) L'interfaccia JTAG sui microcontrollori AVR può essere attivata o meno tramite due appositi fusibili di configurazione. Nella condizione base in cui la **GMM AM644** viene fornita tale interfaccia è disattiva in modo da lasciare le corrispondenti linee del Mini Modulo a disposizione dell'utente. Prima di proseguire si devono quindi settare tali fusibili tramite la programmazione ISP. Fortunatamente il **JTAGICE mk II** supporta anche quest'ultima oltre a quella JTAG, tramite un apposito cavo adattatore fornito nella sua confezione. L'utente può seguire le indicazioni riportate nel precedente paragrafo AVRISP mk II semplicemente selezionando il **JTAGICE mk II** al punto g dello stesso paragrafo.

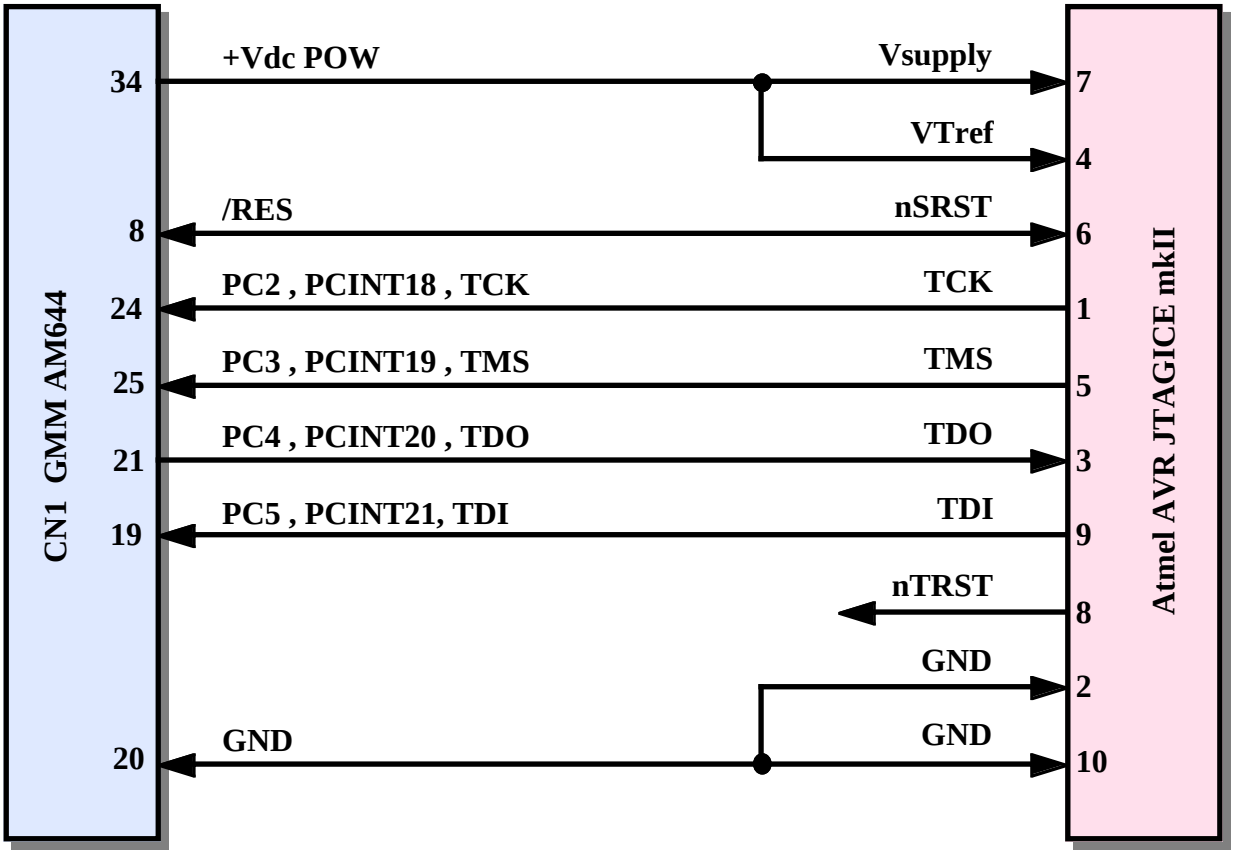


FIGURA D17: COLLEGAMENTO JTAGICE MK II

d) Eliminare il collegamento ISP usato al punto precedente per programmare i fusibili e collegare il **JTAGICE mk II** all'interfaccia JTAG della **GMM AM644**, provvedendo a collegare i 7 segnali della stessa, come da precedente figura D17.
Il collegamento avverrà sul connettre CN1, interponendo un opportuno smista fili, che adatti i due connettori e che mantenga gli stessi segnali non collegati ad altre circuiterie.

e) Come illustrato nella figura D17 l'interfaccia JTAG usa 5 segnali del Mini Modulo e la sua alimentazione. Per questo, durante l'uso del **JTAGICE mk II** i segnali collegati ai pin 8 (/RES), 19 (TDI), 21 (TDO), 24 (TCK), 25 (TMS) dello zoccolo, non possono essere usati dall'utente. Si ricorda che per riutilizzare tali segnali nella sua applicazione, l'utente oltre a scollegare il **JTAGICE mk II**, deve anche disattivare l'interfaccia del microcontrollore attivata al punto c.

f) Accendere il **JTAGICE mk II** tramite l'apposito interruttore, dopo alcuni secondi fornire alimentazione al Mini Modulo e verificare che dei LEDs del **JTAGICE mk II** siano rossi quelli a destra e verde quello sinistro.

g) Lanciare l'**AVR Studio** installato al punto a ed attendere che questo presenti la sua videata principale. Da ricordare che l'**AVR Studio** è un completo ambiente di sviluppo e dubug per tutti i microcontrollori AVR e che supporta numerose interfacce e funzionalità. Si invita quindi l'utente ad esaminare la sua documentazione per acquisirne la sufficiente conoscenza, mentre nei punti seguenti sono riassunte solo le operazioni per completare la programmazione con **JTAGICE mk II**.
Si ricorda che tali operazioni sono molto simili a quelle viste per l'**AVRISP mk II**, di cui si riutilizzano le figure già presenti nel manuale.

h) Instaurare il collegamento con il **JTAGICE mk II** premendo l'icona con il chip AVR e la scritta *Con*; nella finestra *Select AVR Programmer* scegliere il programmatore, il collegamento *USB* e premere il pulsante *Connect*. In questa fase si dsattiva il LED rosso destro e si attiva il LED verde interno, posizionato nei pressi dei connettori.

i) A questo punto si apre la finestra di gestione del **JTAGICE mk II** che si compone di numerose sotto finestre. Ovviamente tali finestre possono essere configurate dall'utente a seconda delle proprie esigenze e nei punti seguenti si propongono le impostazioni con cui programmare il demo della **GMM AM644**, usato nel capitolo COME INIZIARE.

j) Nella sotto finestra *Main* selezionare il microcontrollore *ATmega644P* selezionare il collegamento *JTAG mode* e premere il pulsante *Read Signature* per verificare che il programmatore stia lavorando correttamente, come indicato in figura D18.

k) Nella sotto finestra *Program* effettuare le impostazioni riportate in figura D6 andando a selezionare il file HEX da programmare nella FLASH.

l) Nella sotto finestra *Fuses* impostare i fusibili di configurazione a seconda delle esigenze dell'applicazione utente. Si ricorda che tali fusibili influiscono sul funzionamento del Mini Modulo e devono essere impostati con estrema attenzione, pena il malfunzionamento dell'intero sistema. La figura D7 riporta la configurazione consigliata, a cui per il **JTAGICE mk II** deve essere aggiunto lo spunto delle voci *OCDEN* e *JTAGEN* per mantenere attiva l'interfaccia JTAG del micro. Quella invece fornita di base da **grifo®**, non attiva questa interfaccia ma il Bootloader, con il fusibile *BOOTRST*.

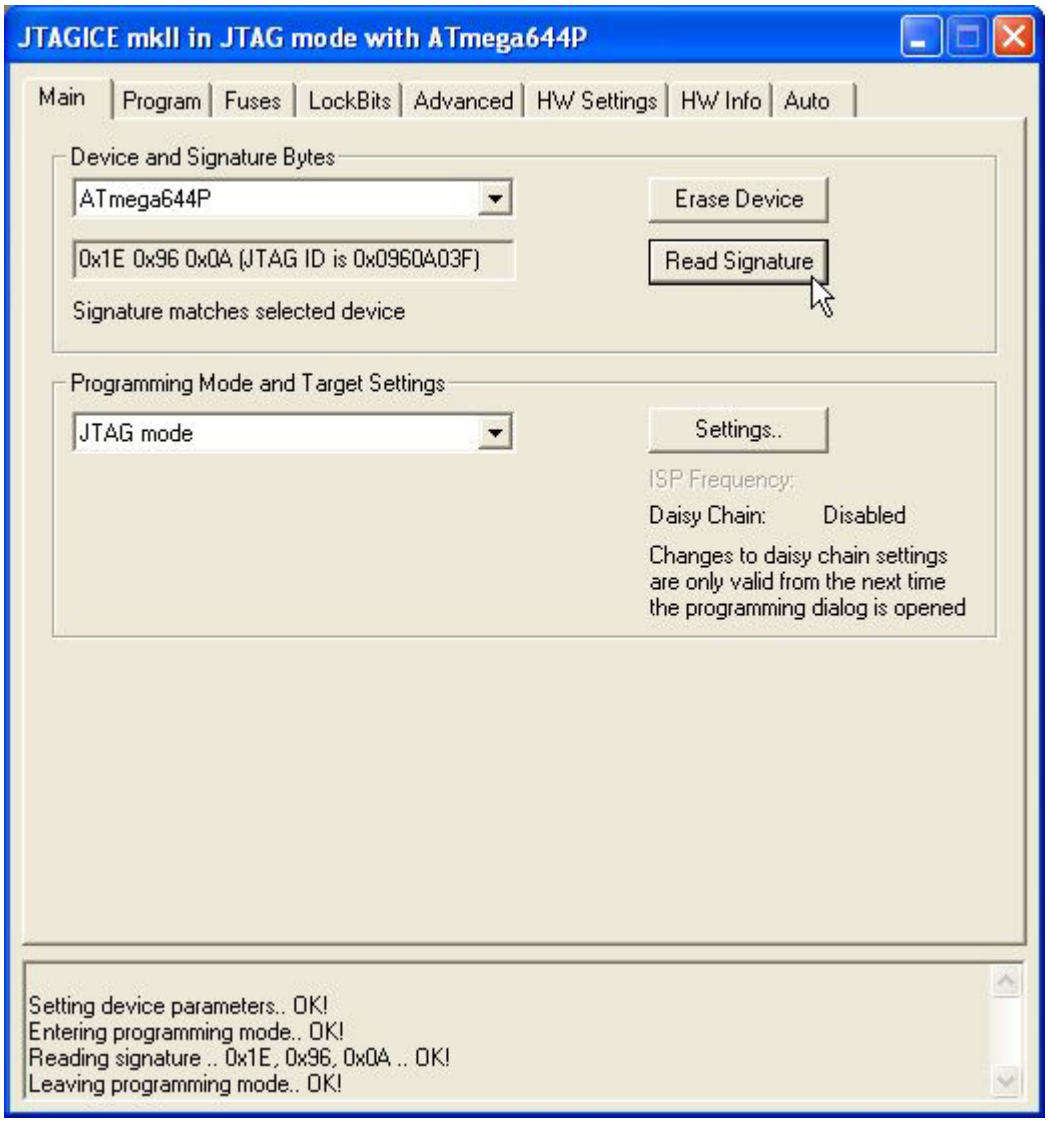


FIGURA D18: IMPOSTAZIONI AVR STUDIO PER JTAGICE MK II

m) Nella sotto finestra *LockBits* impostare i bits di protezione a seconda delle esigenze dell'applicazione utente in termini di protezione. La figura D8 riporta una configurazione senza alcuna protezione, mentre quella fornita di base da **grifo®** protegge l'area della FLASH riservata per il Bootloader.

n) Nella sotto finestra *Auto* selezionare le operazioni da effettuare per la programmazione ISP con **JTAGICE mk II**, ovvero cancellare il dispositivo, programmare e verificare la FLASH, programmare e verificare i fusibili, programmare e verificare i bits di protezione.
A questo punto è importante ricordare che procedendo con la programmazione ISP si perderà definitivamente tutto il precedente contenuto della FLASH e quindi anche l'**AVR Bootloader grifo(r)**. fornito con il Mini Modulo.
Avviare la programmazione premendo il pulsante *Start* e controllare che nella parte bassa della finestra tutte le operazioni procedano regolarmente, ovvero siano affiancate dall'indicazione *OK*, come mostrato in figura D9. Durante la programmazione il LED destro del **JTAGICE mk II** diventa verde ed al termine, qualora non siano intervenuti errori, si disattiva.

La programmazione della FLASH con **JTAGICE mk II** può avvenire anche aprendo un progetto di debug con l'**AVR Studio** e dopo caricando il codice da provare. Se il file caricato è un file .HEX, allora il debug avverrà a livello di istruzioni assembly, mentre se è un file .COF avverrà a livello simbolico e sorgente. Tale metodo alternativo è dettagliatamente descritto nella documentazione di entrambi i prodotti e non viene quindi riportato in questa appendice; se l'utente necessita di chiarimenti ed approfondimenti può contattare direttamente la grifo®.

FIGURA D19: FINESTRA DI DEBUG CON AVR STUDIO E JTAGICE MK II

PONYPROG

Il **PonyProg** coincide con un programmatore economico dedicato ai microcontrollori delle faliglie PIC ed AVR ed alcuni dispositivi di memoria, sviluppato dalla **LANCOS**. Il programmatore si collega al PC tramite una linea seriale RS 232, dispone dell'interfaccia ISP di cui si parla in questa appendice ed è in grado di programmare la FLASH, la EEPROM, i fusibili di configurazione ed i bits di protezione della **GMM AM644**. Sulla scheda di supporto **GMM TST 3** è presente un apposito connettore e circuiteria d'interfacciamento che che consente di effettuare le programmazioni elencate tramite un apposito programma per PC.

FIGURA D20: LOGO PONYPROG

In questa appendice non viene descritto l'uso di questo programmatore e si rimanda l'utente alla relativa documentazione d'uso od al supporto tecnico grifo®.

APPENDICE E: INDICE ANALITICO

Simboli

+Vdc POW **14**, **17**
.COF **D-18**
.HEX **37**, **41**, **43**, **D-2**, **D-6**, **D-12**, **D-18**

A

A/D converter **9**, **12**, **18**
Accensione **26**
Accesori **C-2**
Accesso alle memorie **48**
Alimentazione **13**, **14**, **17**, **26**
Ambienti sviluppo **39**, **44**
Applicazioni **11**
Assistenza **1**
ATmega644P **12**, **A-1**
ATMEL **D-3**
AVR Bootloader grifo(r) **36**, **D-1**
AVR Studio **45**, **D-4**, **D-16**
AVRISP mk II **33**, **D-3**

B

Back up **13**, **24**, **C-1**
BASCOM AVR **39**, **44**, **D-2**
Basso assorbimento **14**
Batteria **12**, **13**, **15**, **20**, **24**, **C-1**
Bibliografia **50**
Bit di Dati **35**
Bit di Stop **35**
Bit per secondo **35**
Bits protezione **D-8**, **D-12**, **D-17**, **D-18**
Breakpoint **D-14**

C

Caratteristiche elettriche **13**
Caratteristiche fisiche **13**
Caratteristiche generali **12**
Caratteristiche tecniche **12**
Cariche elettrostatiche **1**
Cattura **17**
CCR 9+9E **33**, **34**
Clock **6**, **12**, **17**
CN1 **15**, **16**
Collegamenti **34**, **D-3**, **D-11**, **D-15**
Collegamento seriale **22**, **23**, **29**, **31**, **33**

Come iniziare **34**
Comparatore analogico **9**, **12**, **17**, **18**
Comparazione **17**
Compilazione con **BASCOM AVR** **39**
Compilazione con **ICC AVR** **41**
Componenti di bordo **A-1**
Comunicazione seriale **6**, **22**
Condensa **13**
Configurazione **21**, **46**
Configurazione base **21**, **22**, **23**, **C-1**
Configurazione scheda **10**, **12**
Connessioni **15**, **47**
Connettori **13**, **15**
  CN1 **15**
Consumo **13**
Contenitore **1**
Controllo alimentazione **12**, **26**
Counter **8**, **12**, **18**
Creazione codice eseguibile **39**

D

Data **10**, **49**
Dati utente **12**
DDS MICRO C AVR **44**
Debug **D-14**, **D-18**
Dimensioni **13**
Disturbi **14**
Documentazione tecnica **A-1**

E

EEPROM **9**, **12**, **48**, **C-1**, **D-1**, **D-3**, **D-10**, **D-18**
Errori **41**, **43**, **D-9**, **D-13**, **D-17**
ESD **1**

F

Finestra
  Auto **D-9**, **D-17**
  Fuses **D-7**, **D-16**
  LockBits **D-8**, **D-17**
  Main **D-5**, **D-16**
  Opzioni operative **D-13**
  Program **D-6**, **D-16**
  Programmazione **D-14**
  Scelta componente... **D-11**
FLASH **9**, **12**, **36**, **48**, **C-1**, **D-1**, **D-3**, **D-10**, **D-18**
FLOW CODE **44**

FM3130 **10**, **49**, **A-2**
FRAM **9**, **12**, **48**, **49**, **A-2**, **C-1**
Frequenza **12**
Fusibili configurazione **D-7**, **D-12**, **D-16**, **D-18**

G

GAB H844 30
Garanzia **1**
GMB HR168 28
GMM TST 3 32, **34**, **35**, **B-1**, **D-4**
Guadagno **9**, **12**

H

HEX **37**, **41**, **43**, **D-2**, **D-6**, **D-12**
HYPERTERMINAL **35**

I

I/O digitali **8**, **12**, **17**, **48**
I2C BUS **8**, **12**, **13**, **17**, **18**, **24**, **48**, **49**
ICC AVR **41**, **44**
ICE **D-15**
IDE **39**, **41**, **44**
Impedenza **13**, **18**
Impostazioni **40**, **42**, **D-5**, **D-12**, **D-17**
Informazioni generali **4**
Ingressi analogici **9**, **12**, **13**, **17**, **18**, **31**, **48**
Ingresso configurazione **46**
Installazione **14**
Interfacciamento **18**, **47**
Interrupts **10**, **12**, **17**, **26**, **49**
ISP **12**, **17**, **D-1**, **D-3**, **D-10**, **D-15**

J

JTAG **12**, **17**, **D-1**, **D-14**, **D-15**
JTAGICE mk II **D-14**
Jumpers **10**, **12**,, **17**, **20**, **21**, **22**, **24**, **29**, **31**, **33**, **46**, **C-1**

K

K51-AVR 8

L

LANCOS **32**, **D-18**
LEDs **10**, **12**, **14**, **15**, **17**, **46**
Linea di comando **43**, **D-1**

Linee seriali **6**, **12**, **17**, **20**, **22**, **29**, **31**, **33**, **C-1**, **D-2**
Linguaggio BASIC **39**, **44**
Linguaggio C **41**, **44**
Litio **13**, **24**

M

Mantenimento dati **48**
Marchi registrati **2**
Massa **17**
Memorie **9**, **12**, **48**, **D-14**
Microcontrollore **12**, **46**, **A-1**
MIPS **6**
MP-AVR51/USB **D-10**
MSI 01 **6**, **47**
Multifunzione **8**, **48**

N

Normative **1**

O

Opzioni **C-2**
Ora **10**, **49**
Orologio **10**, **24**, **49**

P

Parametri **9**
Parità **35**
PC **34**, **D-2**, **D-3**, **D-10**, **D-18**
Peso **13**
PG4UW **D-10**
Pianta componenti **19**
PonyProg **32**, **D-18**
Port **8**, **17**, **46**
Preparazione definitiva applicazione **43**
Primo acquisto **36**, **C-1**
Progetto **39**, **41**
Programma demo **35**
Programma utente **12**
Programmatore **D-10**, **D-18**
Programmazione **36**, **D-1**, **D-9**, **D-13**, **D-17**
Protezioni **13**, **22**
Protocollo elettrico **6**, **22**, **23**
Protocollo fisico **6**, **23**, **35**, **C-1**
Pull up **13**, **18**, **25**, **49**
PWM **8**, **12**, **18**

Q

Quarzo **6**

R

Real Time Clock **12**, **49**
Registri **9**, **12**, **48**, **D-14**
Reset **12**, **17**, **26**, **37**
Rete **6**, **25**
Retrigger **26**
Riparazione **C-1**
Riprogrammazione FLASH **36**
RISC **6**
Risoluzione **12**
Risorse della scheda **12**
RS 232 **6**, **12**, **13**, **17**, **18**, **20**, **22**, **23**, **34**, **D-18**
RTC **6**, **10**, **17**, **24**, **27**, **49**, **A-2**, **C-1**

S

Scheda valutativa **32**
Schede di supporto **28**
Schema a blocchi **7**
Schema elettrico **B-1**
Segnalazioni visive **10**, **14**
Segnali multifunzione **48**
Seriale 0 **17**, **20**, **22**, **34**, **C-1**, **D-1**
Seriale 1 **17**, **20**, **23**, **C-1**
Settori utilizzo **11**
Sicurezza **1**, **10**
Sincronizzazione **37**
Slave address **49**
Sorgente **39**, **41**, **D-14**, **D-18**
SPI **6**, **12**, **17**, **18**
SRAM **9**, **12**, **48**
Sviluppo **D-14**

T

Temperatura **13**
Tempo accensione **12**, **26**
Tempo conversione **12**
Tempo intervento **10**, **12**, **26**
Tensione alimentazione **13**
Tensione riferimento **9**, **13**, **17**, **18**
Timer **8**, **12**, **17**, **18**
TTL **6**, **8**, **12**, **17**, **18**, **20**, **22**, **23**
TWI **8**, **24**

U

Umidità **13**
USART **17**, **22**, **23**
USB **D-3**, **D-10**

V

Versione **3**
Vista complessiva **11**
Vista dal basso **45**
Vista dall'alto **27**

W

Watchdog **10**, **12**, **26**

Z

Zoccolo **15**